# أساسيات الآلات الزراعية

تأليف

د. أ. كبنر　　روى بينر　　إ.ل.بارجر

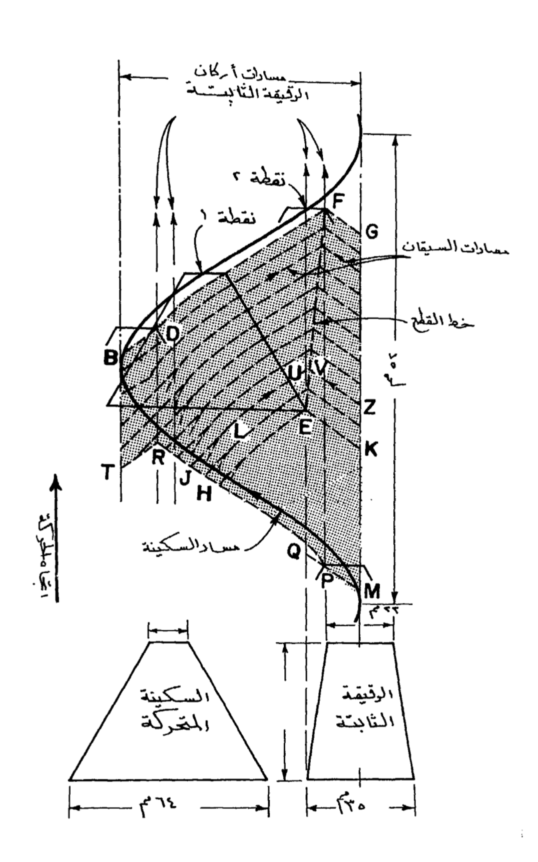




تعريب

د. أحمد السيد أحمد
د. عمر سليمان على حسن


أساسيات الآلات الزراعية


مسارات أركان
الرقيقة الثابتة
نقطة ٢
نقطة ١
مسارات السيقان
خط القطع
مسار السكينة
اتجاه الحركة
السكينة
المتحركة
الرقيقة
الثابتة
٦٤مم
٣٥مم
٢٢مم
F
G
D
B
U
V
Z
E
L
K
R
T
J
H
Q
P
M

# اساسيات الآلات الزراعية

**تأليـــف**

د. أ. كبنـر      روي بينـر      إ. ل. بارجـر

**تعريب**

د. أحمد السيد أحمد
أستاذ مساعد ـ هندسة زراعية
بجامعة الملك فيصل ـ الاحساء
المملكة العربية السعودية

د. عمر سليمان علي حسن
أستاذ مساعد ـ هندسة زراعية
جامعة الملك فيصل ـ الاحساء
المملكة العربية السعودية

**مراجعـــة**

د. عبد الحفيظ محمد عبد الله
أستاذ مشارك ـ هندسة زراعية
بجامعة الملك فيصل ـ الاحساء




ص . ب: ١٠٧٢٠ ـ الرياض: ١١٤٤٣ ـ تلكس ٤٠٣١٢٩
المملكة العربية السعودية ـ تليفون ٤٦٥٨٥٢٣ ـ ٤٦٤٧٥٣١

هذا الكتاب عرب وترجم بتصرف من كتاب :

**Peinciples of Fram Machinery , 3ed**

**By R. A. Kepner , Roy Bainer and El Barger 1982 .**

**الطبعة العربية :**


«بسم الله الرحمن الرحيم»

# مقدمة الطبعة الثالثة

لقد كان الهدف الأساسي من إعداد طبعة جديدة من كتاب أساسيات الآلات الزراعية هو إدخال النظام العالمي لوحدات القياس SI (النظام المتري). إن كثيراً من الكليات الهندسية والمدارس في جامعات عديدة تتحرك بسرعة نحو استعمال نظام الوحدات العالمي SI في تدريس المقررات الهندسية. وفي هذه الطبعة الثالثة، توضح أيضاً الوحدات الأمريكية العادية، في معظم الأجزاء، بسبب أن الاستجابات لاستطلاع الرأي المرسل إلى جميع أقسام الهندسة الزراعية في الولايات المتحدة وكندا كانت بالإجماع في صالح استخدام نظام مزدوج للوحدات عند العرض. وقد تم حذف الوحدات العادية في بعض الأجزاء حيث تكون معنوية الأرقام في قيمها النسبية فضلاً عن قيمها المطلقة أو حيث اشتمال الوحدات المزدوجة قد يؤدي إلى تعقيد طريقة عرض المنحنيات. واستعمل نظام الوحدات العالمي SI فقط في المسائل.

وقد تم تحديث جزء من الباب الثاني والذي يتناول التكاليف وأعيد كتابته. وقد تم إضافة موضوعات جديدة إلى الجزء الذي يتناول أنظمة عمل بآلات الدريس الكبيرة، اسطوانات الدراس ذات التدفق المحوري، نظام الفصل الدوار في آليات الضم والدراس وتداول وتخزين بذور القطن. وقد تم إجراء تنقيحات بسيطة في الأماكن المناسبة لها في بقية أجزاء الكتاب. ولم نقم بعمل بحث مستفيض لجميع المراجع التي نشرت بعد عمل الطبعة الثانية

في عام ١٩٧١، ولكن قد تمت مراجعة المجلة الدورية Transactions للجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين ASAE في خلال هذه الفترة بدقة، وقد شمل هذا الكتاب النشرات المناسبة والمهمة منها.

إن كتاب أساسيات الآلات الزراعية يركز على المتطلبات الوظيفية، الأساسيات، وتقييم أداء الآلات الحقلية، ويحتوي أيضاً على موضوعات في التصميم مرتبطة بمحتويات هذا الكتاب. والمقصود من هذا الكتاب هو استخدامه ككتاب منهجي لمقرر هندسي متقدم في الآلات الحقلية. ويجب أن تشتمل متطلبات تدريس هذا الكتاب على مقرر في الميكانيكا الاستاتيكية. كما أنه يفضل الإلمام بموضوع إجهاد المواد والديناميكا ولكنها ليست ضرورية.

وتشير قائمة المراجع في نهاية كل باب إلى المصدر الذي استخدم لتجميع المادة العلمية في الكتاب، وهي تعطي دليلاً جيداً للدراسة الأكثر تفصيلاً لأي موضوع محدد. ويجب أن تكون هذه المعلومات مساعدة للمهندس الزراعي الممارس وأيضاً للآخرين في مجال تصنيع الآلات الزراعية.

وفي عام ١٩٧٥، قام طلاب الهندسة الزراعية في جامعة ميسوري ـ كولومبيا، تحت إشراف البروفوسور س. أ. جيورنج بتطوير ملحق للطبعة الثانية يحتوي على التحويلات إلى النظام العالمي للوحدات SI لكل صفحة من صفحات الكتاب. وقد كان لإتاحة نتائجهم كوسيلة للتحقق من تحويلاتنا في الطبعة الثالثة أبلغ الأثر في المساعدة. وقد أتاحت شركة ماسي فيرجسون بمدينة ديزموينز في ولاية أيوا الدعم المادي اللازم للنسخ الابتدائي وبعض المصاريف الأخرى لهذا الكتاب. ونخص بالشكر إلى كارين كلاسون على نسخ الأجزاء التي تمت مراجعتها، جيمس بيومجارنر على إعداده للرسومات

الخطية، ديني كيبنر (زوجة المؤلف الأول) لمساعدتها في القراءة والتصحيح وكذلك لمهندسي الالكترونيات على تطويرهم للآلة الحاسبة.

ر.أ. كيبنر

روي بيتر

أ.ل. بارجر

أبريل ١٩٧٨

# مقدمة الطبعة الثانية

لقد تم عمل العديد من الأبحاث والتطوير في مجال الآلات الزراعية منذ إصدار الطبعة الأولى من ١٧ سنة. وقد تم نشر أكثر من عدة آلاف من التقارير العملية خلال هذه الفترة. وقد كانت مراجعة جزء كبير منها وتحديد أي من هذه المعلومات لإدراجه في الطبعة الثانية مهمة صعبة التحقيق.

ولتوفير مساحة في هذا الكتاب لمعلومات جديدة بدون زيادة كبيرة في الحجم أو التكلفة، فإنه تم حذف أربعة أبواب وأغلب مواد الملحق في الطبعة الأولى. ولم يحوي هذا الكتاب على المواصفات القياسية أو التوصيات التي تصدرها الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين ASAE والتي تعتبر متاحة وميسرة في الكتاب السنوي الذي تصدره هذه الجمعية حيث يتم تطويرها أولاً بأول. وقد تم حذف الباب الذي يتناول المواد المستخدمة في الإنشاءات نظراً لتطلبه لمساحة كبيرة لتغطية مواده بطريقة مناسبة.

ولقد أضيفت أبواب جديدة أو أجزاء رئيسية لبعض الأبواب. ومع أنه قد تمت المحافظة على أجزاء كبيرة من المعلومات الأساسية التي نشرت في الطبعة الأولى، فقد تمت إعادة صياغة الكتاب كله وتحديثه. وعملت تغيرات كبيرة في الترتيب وتتابع العرض لبعض الموضوعات المختلفة. وتعتبر نصف الرسومات الخطية والصور جديدة في الطبعة الثانية.

وكما في الطبعة الأولى، توجد مسائل في نهاية كل باب تقريباً. والمحاضرون مدعوون لوضع مسائل إضافية ومناسبة لأغراضهم التدريسية المحددة.

ولقد كان لاستطلاع الرأي الذي أرسل إلى أقسام الهندسة الزراعية في الولايات المتحدة وكندا في عام ١٩٧٠ أثر كبير في التوجيه نحو اختيار الموضوعات العامة التي يجب إدراجها وطريقة العرض. ويفضل بعض المحاضرون أن يتجه الكتاب ناحية التعميم، ولكن الاستخدام الأعظم يظهر أنه في مجال تدريس مقررات الآلات الزراعية. وعلى هذا الأساس، قد استمرت الطبعة الثانية في التركيز على المتطلبات الوظيفية، والأساسيات وتقييم الأداء، وقد اشتمل على بعض المواد المتعلقة بالتصميم. والحالة المثلى هي وجود كتابين منهجين أحدهما عن الأساسيات والآخر عن التصميم.

ونود أن نشكر الأشخاص الآتي أسمائهم لمساعداتهم، حيث اقام كل منهم بمراجعة النسخة الأولى لواحد أو أكثر من الأبواب: ن. ب. أكسون، ك.ك. بارنس، ج.ب. بارنجتون، أ.م. بست. وأعضاء مكتبه الهندسي، د.س. بيشل، هـ.د. برون، ب.ج. باتلر، د.م. بيج، و.ج. تشانسلر، ج. ف. كوبر، ت. أ. كورلي، ج.ب. دوبي، ك.ج. فورنستروم، ر.ب. فريدلي، و.ر. جيل، ج.ر. جوس، ر.س. هانسن، أ.د. هرسبث، د. ر. هنت، و. هـ. جونسون، ج.ج. ميهلسشيو، م. أوبرين، ج.ج. بورترفيلد، س.ب. ريتشي، س. أ. شيرتز، و.ل. سيمس، ب. أ. ستاوت، هـ. أ. ستودر، ج.ر. تيوبر، ب.ك. تيرنكويست، ج.س. فانس، و.أ. ييتس. ولقد كانت لتعليقاتهم واقتراحاتهم بالغ الأثر في المساعدة وهي تمثل مساهمة هامة للصورة النهائية للكتاب.

ولقد قدمت شركة ماسي ـ فورجسون ـ تورنتو ـ كندا، الدعم المادي

اللازم لنسخ هذا الكتاب وبعض المصاريف الأخرى. وبدون هذا الدعم، ربما لم يكن ممكناً الأخذ في تعديل هذا الكتاب، ونحن نشكر جامعة كاليفورنيا لإتاحتهم الفرصة باستغلال إمكاناتهم، وخاصة قسم الهندسة الزراعية للسماح بعمل جزء من الكتابة على حساب وقت الجامعة. ونشكر كل من كارين كلاسون، وجودين ويت حيث قاما بالنسخ الأولى وكذلك جيمس بيومجارنر الذي أعد الرسومات الخطية.

ر.أ. كيتر

روي بيتر

أ.ل. بارجر

ديسمبر ١٩٧١

# مقدمة الطبعة الأولــى

لقـد حاول المؤلفـون في إعداد هـذا الكتاب، عـرض موضـوع الآلات الزراعية من وجهـة النظر الهنـدسية، مـع التركيـز على المتطلبـات الوظيفيـة، وأساسيات التشغيل للأنواع الأساسية من الآلات الحقلية. وكلمـا أمكن، فإن الآلات المستخـدمة في أغـراض زراعية محـددة (مثل آلات الـزراعة) قـد تم عرضها بناء على عمليات الوحدة التي تؤدي بـالعناصـر الوظيفيـة للآلـة. وقد اشتملت الأبـواب المناسبـة على طرق اختيـار وتقيـيم أداء أنـواع محـددة من الآلات الحقلية .

وقد صمم كتاب أساسيات الآلات الزراعية أساساً ككتاب منهجي لمقرر متقدم من الآلات الزراعية والذي قد يكون مطلوباً من جميـع طلاب الهنـدسة الـزراعية بصـرف النـظر عن مجـال تخصصهم المتـوقـع. ويجب أن تشتمـل المتطلبات الأساسية على مقـرر في الميكانيكـا الاستاتيكيـة. ويفضل الإلمـام بموضوع إجهاد المواد والديناميكا ولكنها ليست أساسية .

وفي منـاقشة مختلف الآلات، لقـد تناول الكتـاب أقـل قـدر ممكن من الوصف، ونفترض في القارىء أن يكون على دراية بالأنواع الشائعة من الآلات الزراعية إما من خلال خبرة حقيقية أو من دراسته لأي مقرر آخر، وعلى الطلاب الذين ليست لهم خلفية في ذلك بالرجوع من وقت إلى آخر إلى أحد المراجع ذات الـطبيعة الـوصفية، (محـاضـرات عـامـة، الكتب الغيـر متخصصـة. . .

وغيرها). وتعطي المختبرات معلومات أكثر للطالب لكي يكون على دراية بتفاصيل الآلات المحددة.

وهذا الكتاب يعرض بتلخيص متكامل كمية كبيرة من المعلومات الهندسية ليست متاحة في كتاب واحد. وتوضح قائمة المراجع في نهاية كل باب مصدر هذه المعلومات، وتعطي دليلاً جيداً للدراسة الأكثر تفصيلاً لأي موضوع محدد. ويجب أن تكون هذه المعلومات مساعدة للمهندس الزراعي الممارس وأيضاً للآخرين في مجال تصنيع الآلات الزراعية.

وقد تناول هذا الكتاب الأنواع الشائعة من الآلات الحقلية، وقد اشتمل أيضاً على مناقشة عامة للمواد المستخدمة، نقل القدرة، الاقتصاديات والتحكم الهيدروليكي كما هي مستخدمة في الآلات الزراعية. وقد أدرج الباب الخاص بتنظيف الحبوب فقط لارتباطه بوظائف الفصل والتنظيف في آلات حصاد الحبوب. وهناك أمثلة متعددة لآلات متخصصة، ومشاكل خاصة محلية تتطلب عناية هندسية وهي تمثل تحدياً كبيراً للمهندس الذي يعمل في تطوير الآلات الزراعية، ولكن لا يتسع المجال في هذا الكتاب للتعرض إليها.

ومن المعترف به أنه يوجد اختلاف كبير في نوع الاتجاه والمستوى الفني لمعالجة الموضوعات المختلفة المعروضة في هذا الكتاب. ولسوء الحظ، إن هذا الخلط هو مؤشر للوضع الحالي الذي توجد عليه هندسة الآلات الحلقية. ولبعض أنواع من الآلات، فإنه تتوفر معلومات كثيرة وتحليلية عنها في المراجع العلمية. ولكنها لبعض أنواع أخرى قليلة أو لا تزيد عن كونها مواد وصفية. ومع ذلك فإن هذا الوضع يتغير بسرعة وسوف يستمر التحسن في هذه المجالات مستقبلاً.

ويعتبر التقصير الموجود في توحيد المواصفات القياسية للمسميات من أحد الصعوبات التي تواجه من يكتب عن الآلات الزراعية. وقد أعطى

المؤلفون اعتبارات خاصة لهذه المشكلة في محاولة لاختيار أكثر المصطلحات وصفاً ومنطقاً وربما يساهم هذا وإلى درجة ما في محاولة لتثبيت هذه المسميات في المستقبل، وعلى سبيل المثال، ما نصفه بالمحراث القرصي الرأسي. يعرف في الصناعة بأكثر من نصف دستة أسماء، مشتملة على الاسم الذي اخترناه.

وفي مجموعة الكتب ذات الطبيعة المتقاربة المرتبطة كما في مسلسلات مؤسسة فرجسون للهندسة الزراعية، لا يمكن تجنب بعض تداخل الموضوعات فيها وربما يكون مرغوباً. فمثلاً موضوع التحكم الهيدروليكي يناقش في كتابنا وأيضاً في كتاب الجرارات من هذه المجموعة. وقد شعر من قبل المؤلفين أن هذا الازدواج له ما يبرره للاهتمام الزائد بالموضوع وبعلاقته المباشرة بالتحكمات الهيدروليكية في الآلات الزراعية.

ويود المؤلفون أن يعربوا عن شكرهم العميق للعديد من الأشخاص والهيئات الذين استخدمت إمكانياتهم في إعداد هذا الكتاب. وقد أظهرت مصانع الآلات الزراعية وغيرها تعاوناً لا حدود له في الإمداد بوسائل الإيضاح. ونحن مدينون خاصة لمؤسسة فرجسون، ديترويت، ميتشجان، على تكفل هذا العمل والسيد/ هارولد بنشيز من المؤسسة على تشجيعه ومساعداته، وكذلك نشكر جامعة كاليفورنيا على إتاحة الخدمات والإمكانيات الضرورية لهذا المشروع.

وقد روجعت الطبعات الأولى بواسطة العديد من المهندسين الزراعيين في كلٍ من الصناعة وكليات الولاية والجامعات. وتمثل الاقتراحات المحددة التي وصلت من حوالي خمسين من هؤلاء المراجعين، أكثر من نصفهم من رجال الصناعة، مساهمة هامة لدقة واكتمال الكتاب. ونحن نشكر المساعدة التي قدمها هؤلاء الرجال. ونتوجه بالشكر الخاص إلى السادة /ن.ب. أكيسون،

أ.و. كلايد، ف. و. دفي على مساعداتهم في المـوضوعـات التي تخص كل منهم في مجالاتهم العلمية التخصصية. وأيضاً الشكر إلى السيدة / هازل بورتر على تعاونها وصبرها عند نسخ هذا الكتاب والسادة ميروس جونسون وجيـرالد لمبرد الذين قاموا بإعداد الرسومات الخطية الإيضاحية وإلى جميع من تقدموا لنا بأي مساعدة.

اكتوبر ١٩٥٥

روي بينر

رأ. كينر

أ.ل. باجر

# مقدمة المعربين

يزداد الاهتمام في الوطن العربي بالتنمية الزراعية باعتبارها الأسلوب الأمثل لتحقيق الأمن الغذائي ورفع معدلات النمو الاقتصادي والاجتماعي لقطاعات واسعة من المواطنين . ولذلك تقوم الحكومات العربية بوضع الخطط والبرامج وتستقطب في إطارها الإمكانات البشرية المؤهلة لتوظيف معطيات العلوم والتقانة الزراعية الحديثة في سبيل الوصول إلى الأهداف المنشودة .

والميكنة الزراعية ، كأحد مجالات تقانة الهندسة الزراعية ، تمثل أهم الركائز التي تعتمد عليها خطط التنمية الزراعية. فهي التي تستقطب القدر الأكبر من الاستثمارات المالية ، كما أنها تشكل أهم عناصر الأداء والنجاح في المشاريع التي يتم تنفيذها . ومن هنا تأتي أهمية التدريب والتأهيل العلمي في هذا المجال الحيوي .

ويلاحظ المهتمون والمختصون في هذا المجال افتقار المكتبة العربية للمراجع العلمية المناسبة التي يمكن الاعتماد عليها ، وكان ذلك هو الدافع الرئيسي لترجمة هذا الكتاب لسد جزء من ذلك الفراغ .

وقد تم اختيار الكتاب نظراً لما حواه من تغطية شاملة لكافة المعدات الحقلية التي تستخدم لإنجاز العمليات الزراعية المختلفة ، ولما تميز به من سرد مسهب لتصميم وتشغيل تلك المعدات وتحليل دقيق لأدائها . هذا بالإضافة إلى أن الكتاب قد اشتمل على عرضٍ وافٍ للخبرات العملية ونتائج

البحوث ذات الصلة بالمعدات التي احتواها . . وهو بذلك يصبح مصدراً هاماً للمعلومات ومرجعاً موثقاً للبيانات العلمية .

ولقد كان نصب أعيننا دائماً إصرارنا على توخي الدقة والإلتزام ، قدر الإمكان ، بالترجمة الحرفية الدقيقة للنص الإنجليزي فيما يتعلق بالسرد العام ، وقد واجهتنا بعض الصعاب في بعض المواقع نحو إيجاد اللفظ أو التعبير المناسب الدقيق لبعض المصطلحات الواردة . وقد آثرنا في ذلك استخدام التعبير الشائع في الوطن العربي بدلاً عن الترجمة الحرفية للتعبير الإنجليزي بهدف تقريب المعنى المقصود . وقد تمَّ الاستعانة بعدد من المعاجم العربية للمساعدة في تعريب المصطلحات العلمية بطريقة منهجية ، مثل معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية للمؤلف أحمد شفيق الخطيب وكذلك معجم مصطلحات الهندسة الزراعية للمهندس أنو عبد الواحد . وإننا نأمل أن نكون قد وفقنا فيما سعينا من أجله ، كما نرحب بقبول أية آراء قد تثرى من وضع ترجمة هذا الكتاب حتى يكون إخراجه على المستوى الذي يتمناه أي قارىء .

وقد ألحق في نهاية الكتاب بقائمتين لأهم المصطلحات المترجمة في الكتاب وتم ترتيبهما أبجدياً مرة باللغة الإنجليزية وأخرى باللغة العربية حتى تكون عوناً للقارىء في سرعة التوصل للمعنى المطلوب .

ولا يفوتنا أن نشكر كل من عاوننا وسهل مهمتنا في مراحل ترجمة هذا الكتاب من إعداد للرسومات وتصوير ونسخ .

ونسأل الله تعالى أن يجعل من هذا العمل نفعاً وإضافة لمكتبتنا العربية وللعاملين في مجال الهندسة الزراعية .

**والله ولي التوفيق**

**المترجمان**

# المحتويات

| الموضوع | الصفحة |
| --- | --- |

| الموضوع | الصفحة |
|---|---|

الموضوع | الصفحة

| الموضوع | الصفحة |
|---|---|

| الموضوع | الصفحة |
|---|---|
| حصاد البصل | ٩٦٣ |
| مراجع | ٩٦٧ |
| **الباب الحادي والعشرون** | ٩٦٩ |
| حصاد وتداول الفواكه والخضراوات | ٩٧١ |
| حصاد الفواكه | ٩٨٢ |
| الحصاد الآلي للخضراوات | ٩٩٨ |
| مراجع | ١٠١٧ |
| مسائل | ١٠٢٠ |
| ملحق (أ) متطلبات الشد والطاقة والقدرة | ١٠٢٣ |
| مراجع | ١٠٢٦ |
| ملحق (ب) سرعات التشغيل النمطية للآليات الزراعية | ١٠٢٧ |
| مراجع | ١٠٢٨ |
| ملحق (جـ) معاملات مقاومة الدوران للعجلات المطاط | ١٠٢٩ |
| ملحق (د) رموز مخططات الدوائر الهيدروليكية | ١٠٣٠ |
| الملحق (هـ) وحدات SI والوحدات المتبعة عادة ومعاملات التحويل | ١٠٣٢ |
| معاملات التحويل | ١٠٣٤ |
| مراجع | ١٠٣٨ |
| كشاف تحليلي مرتب أبجدياً بالحروف الانجليزية | ١٠٤١ |
| كشاف تحليلي مرتب أبجدياً بالحروف العربية | ١٠٨٧ |

# البـــاب الأول

## البحث والتطوير في الآلات الزراعية

# الباب الأول
# البحث والتطوير في الآلات الزراعية

## ١ ـ ١ مقدمة :

يعتبر تطبيق الميكنة الزراعية من أبرز التطورات في الزراعة الأمريكية خلال القرن الماضي وقد انعكس ذلك على أوجه عديدة في الحياة الأمريكية كما انخفض عبء العمل الزراعي اليدوي وزادت إنتاجية العامل زيادة كبيرة ووفرت ميكنة الزراعة من ملايين العمال الزراعيين للعمل في الصناعات الأخرى وبذلك أسهمت في التوسع الملموس في الصناعة وتحسين مستوى المعيشة الذي يعتبر من مميزات هذا المجتمع .

والزيادة المضطردة والمستمرة في عدد سكان أمريكا تتطلب زيادة مستمرة في إنتاج الطعام والألياف . كما ترجع الزيادة في الإنتاج في بعض الحالات إلى تطورات في عوامل أخرى غير هندسية وهي التطور الملموس في تقنية الزراعة بصورة عامة ، ومثال لذلك تحسين أصناف المحاصيل والاستخدام الأمثل والمؤثر للسماد وكذلك استخدام المبيدات في مقاومة الآفات وتطور طرق الزراعة . وكان العامل المؤثر الرئيسي في جميع الأحوال هو زيادة الطاقة الميكانيكية واستخدام الآليات والمعدات ذات التأثير المباشر على الإنتاج .

وقد ساعد على تطوير ميكنة الزراعة علماء النبات وبعض المتخصصين في فروع علوم الحياة ، فقد أنتج علماء تربية المحاصيل أصناف مناسبة لآليات

الحصاد مثال على ذلك صنف دورف من الذرة الرفيعة حيث يتميز بانتظام النمو وكذلك القطن المقاوم للعواصف والذرة الهجين التي لها مقاومة عالية للرقاد والطماطم التي لها صفة النضج في مدة قصيرة ولها مقاومة عالية للخدش من آليات الحصاد كما ساعد التطور في طرق الزراعة من تحسين طريقة نمو النباتات للحصول على نباتات مناسبة للحصاد الآلي .

**١ - ٢ دوافع استخدام الميكنة :**

لقد كان العامل الأساسي المحرك لميكنة الزراعة هو تخفيض العمالة اليدوية اللازمة للعمليات الزراعية المختلفة. وحتى عام ١٨٧٠ كانت أكثر من نصف القوة العاملة في الولايات المتحدة الأمريكية تعمل بالزراعة(٧) ووصلت في عام ١٩٦٠ إلى عامل واحد فقط من بين كل ١٢ عامل ، أما في ١٩٧٦ فقد وصلت إلى عامل واحد فقط يعمل بالزراعة بين ٢٦ عامل(٢٢). وتعتبر الميكنة ميزة محددة عندما تحقق تخفيضاً في العمالة المطلوبة في المواسم التي يكون الطلب على العمالة عند ذروته وفي خلال فترة قصيرة خلال السنة كما هو الحال في مواسم حصاد الفاكهة والخضروات .

ولقد أثبت التاريخ أن التقدم في الميكنة جعل الطلب على العمالة في صناعات أخرى يحرك بعض القوة العاملة من الزراعة إلى مجال الصناعة مما أدى إلى ارتفاع أجور العمال . وقد أدى النقص الحاد في العمالة والارتفاع في الأجور معاً خلال الحرب العالمية الأولى والثانية والطلب المتزايد على المنتجات الزراعية إلى وجود الحاجة الماسة إلى ميكنة بعض العمليات الزراعية . وعلى سبيل المثال كان بنجر السكر المحصود بالآليات قبل الحرب العالمية الثانية غير مقبول من قبل الجهات المصنعة ولكن بعد النقص الشديد في العمالة اليدوية الذي ظهر بعد الحرب العالمية الثانية دفع رجال الصناعة إلى تغيير المواصفات القياسية المطلوبة وتعديل آليات التصنيع حتى يمكن أن تقبل

البنجر المحصود بالآليات وذلك لتفادي الانخفاض الذي قد يحدث في المساحة المنزرعة . وتؤدي الظروف الحالية في بعض الحالات إلى تطوير في ميكنة عمليات الحصاد للخضر والفاكهة بمعدل غير عادي .

كما أن الميكنة تشجع عملية تطوير وتحسين إدارة المزرعة وذلك عن طريق إتاحة الوقت الكافي للتخطيط والدراسة . ولقد تضاعفت مساحات المزارع في الولايات المتحدة الأمريكية فيما بين عام ١٩٤٥ حتى عام ١٩٦٩ بينما ظلت المساحة المخصصة للمحاصيل ثابتة تقريباً [٢٢] . وقد أدت الزيادة في مساحة المزارع الآلية إلى ارتفاع مستوى الميكنة وإلى زيادة رؤوس الأموال المستثمرة مما يتطلب معه إعطاء عناية خاصة بالإدارة .

وتؤثر الميكنة في الوقت المناسب لأداء العمل وبالتالي تزيد من الأرباح لأن أي عملية زراعية لا بد من إجرائها في وقت محدد وقصير حتى يمكن تحقيق أعلى دخل منها . وفي بعض الفترات الحرجة من الموسم الزراعي يمكن للآلة أن تعمل لمدة ٢٤ ساعة يومياً لزيادة السعة الحقلية وتقليل عدد الأيام اللازمة لإجراء هذه العملية .

ومن فوائد الميكنة الزراعية أيضاً هو تحسين ظروف العمل وأداء العمليات التي كانت تعتبر صعبة أو مستحيلة بالعمالة اليدوية . ومما يزيد الرغبة في الميكنة الزراعية هو تخفيض التكاليف الكلية ولكن هذا الهدف يصعب تحقيقه في بعض الحالات . ومع ذلك قد يفضل المزارع استخدام الآليات ولو أنها تعمل على تخفيض بسيط في الأرباح لتفادي مشاكل العمال وإدارتهم أثناء العمل .

**١ ـ ٣ الميكنة في المستقبل :**

لقد أثبت التاريخ أن عملية الميكنة هي في حركة دائمة بدون التقيد بأي غرض محدود ، فتحت ظروف المنافسة الحرة يعمل كل مصنع على تحسين

منتجاته وتطوير الجديد منها باستمرار بغرض تحقيق أكبر ربح ممكن وألا يتوقف عن الإنتاج . وتعتبر عوامل الأمان والراحة والسهولة عند التشغيل في الآليات الزراعية هي مصدر اهتمام كبير وتتزايد أهميتها بالنسبة للعامل القائم بالتشغيل عندما تزيد تعقيدات نظام الضبط والتحكم الأتوماتيكي للآلات . وقد مر التحكم الأتوماتيكي لبعض العمليات الزراعية ونظم التحكم الآلي بمرحلة الأحلام وأصبح حقيقة واقعة في بعض الجرارات . ومع الزيادة المستمرة في القدرة المنتجة من الجرار أصبح لا بد من تصميم المحاريث التي تعمل على سرعات عالية وبكفاءة كبيرة بدون أن يكون هناك حد في التقيد بالقدرة المتاحة على عامود الشد أو قدرة الجرار على الشد . وهناك فرص كبيرة جداً لتطوير آلات إعداد الأرض للزراعة تحتاج إلى قدرة أقل بالنسبة للهكتار وتعطي نفس التأثير المطلوب من عمليات الحراثة .

وبالرغم من التطور الكبير في ميكنة حصاد الخضر والفاكهة إلاَّ أن هناك الكثير والذي يجب أن يتم في هذا المجال. ويعتبر الحصاد الميكانيكي للخضروات والفاكهة من أصعب العمليات وذلك للاختلاف الكبير في الشكل والتركيب بين هذه النباتات وكذلك لضعف وحساسية الثمار وقابليتها للتلف . وعملية التقليم بالطرق العادية في أشجار البرقوق والعنب تعتبر من أصعب العمليات الآلية المطلوبة وذلك لاحتياجها إلى تقدير خاص من العامل عند إجرائها وبالتالي يصبح التغير في طرق الزراعة أو في الصنف من العوامل المساعدة في عملية الميكنة . ويعتبر محصول التبغ من أحد العشرة محاصيل المهمة في الولايات المتحدة وما زال يتطلب أعداداً كبيرة من الأيدي العاملة .

هذا وتعتبر عملية الأقلمة الاقتصادية لآلة معينة لتناسب المزارع الصغيرة من إحدى المشاكل التي تتطلب عناية خاصة قبل أن تصل الزراعة في أمريكا إلى الميكنة الكاملة . وفي مزارع عديدة تكون المساحة المزروعة بمحصول معين صغيرة نسبياً إلى حد يصعب معه امتلاك آليات باهظة الثمن ومثال على

ذلك آليات عمل البالات ، آليات مكعبات القش ، آليات جمع القطن ، آليات حصاد الطماطم وما شابه ذلك . وبالتالي فإن المشاركة بين المزارعين على شراء آلة واحدة أو التأجير بموجب عقد تعتبر بدائل للمزارع ولكن هذه الطرق لها ما يقيدها ويعيبها من وجهة نظر المزارع .

ويعتبر التحدي الحقيقي للعاملين في مجال الهندسة الزراعية هو تبسيط الآليات المعقدة والتي لها تأثير مباشر على اتجاه التطور الزراعي .

**١ ـ ٤ خصائص هندسة الآلات الزراعية :**

الهندسة الزراعية هي تطبيق المعلومة الهندسية وتقنيتها في مجال الزراعة . والمهندس الزراعي الناجح هو الذي يمكن أن يعي الفوارق الأساسية بين الزراعة والصناعات الأخرى . وللعامل الحيوي اعتبار هام عند التطبيق الهندسي وذلك لاشتراك الأرض والنبات غالباً . ولا بد أن يلم المهندس المشتغل بالآليات الزراعية بأساسيات وطرق الزراعة . ولزيادة ما يمكن إنجازه بالآلات الزراعية لا بد من تعديل في طرق الزراعة وكذلك استنباط أصناف ملائمة للآلة . ويجب أن يحدث تعديل في معدات تصنيع الأغذية والمواصفات القياسية للمحاصيل المطلوبة لكي تتناسب مع طرق الحصاد الميكانيكية . وقد تتأثر جودة وكمية المحصول باستعمال الآليات وقد تحمل الخسارة في هذه الحالات على الآلة .

وتعتبر الزراعة من الصناعات الغير مركزية ، إذ أنها موزعة على مساحة واسعة حيث يوجد حوالى ٣ ملايين وحدة في الولايات المتحدة (٢,٨ مليون مزرعة في عام ١٩٧٦)[٢٢]. وهي تتأثر تأثراً كبيراً بالعوامل الجوية وهذا يعني أن القدرة اللازمة للعمل لا بد أن ترسل إلى المزرعة ولا يمكن أن يحدث العكس . ويعتبر الوقت المطلوب لإجراء العمليات الزراعية مرتبطاً بموسم معين ويجب إجراؤها في فترة زمنية صغيرة وتبعاً لذلك تستخدم الآليات الزراعية

لفترة زمنية قصيرة جداً (ساعات تشغيل قليلة جداً في العام).

وقد قيل إن مجال تصميم الآليات الزراعية يمثل تحدياً لمقدرة المهندسين أكبر من أي مجال هندسي آخر . وآليات الزراعة لا بد أن تعمل بطريقة مرضية في مجال كبير من الاختلافات والمتغيرات . فقد تعمل على درجة حرارة أعلى من ٤٠ درجة مئوية وفي بعض الحالات إلى ما تحت درجة التجمد وممكن أن تتعرض للأمطار أو للثلج والبَرَدْ .

ويجب أن يوضع في الاعتبار أن هذه الآلات لا تتحرك على سطح صلب أو أملس بل تعمل على أرض غير مستوية وقد تكون من التراب أو الرمل أو الطين أو الوحل أو الأحجار ولا بد أن تصمم الآلة للتعامل مع مجموعة مختلفة من نباتات وأراضي تحت ظروف مختلفة وغالباً ما يكون العامل غير مدرب تدريباً كافياً على استخدام الآلة نظراً لأن عدد ساعات استخدام هذه الآلة محدود جداً في السنة .

بالإضافة إلى الظروف البيئية الصعبة فإن الآليات الزراعية تخضع أيضاً لظروف اقتصادية محددة ولذلك فإن ثمن تصنيع الآلة لا بد أن يكون أقل ما يمكن حتى تكون تكلفة تشغيل الساعة بها ، بالرغم من استعمالها المحدود ، في حدود معقولة . ولذلك فإن تصميمات الآلات الزراعية يجب أن تكون من أبسط ما يمكن وتستخدم أقل الخامات سعراً وأكثرها شيوعاً وقبولاً لدى المزارعين ولا بد أن تكون مسموحيات تصميم الآلة كبيرة عند الصناعة وفي نفس الوقت تعطي أحسن أداء عند العمل .

### ١ ـ ٥ أنواع المشاكل المصاحبة :

لا بد للطالب الذي يدرس موضوع الآليات الزراعية أن يضع في اعتباره أنواع المشاكل المتكررة الحدوث في مجال تخصصه وفي نفس الوقت كيفية معالجة هذه المشاكل بالطرق العادية . والمشاكل التي تحدث تكون في

مجالات عريضة ويمكن وضعها في المجاميع والتصنيف العام التالي :

١ ـ تطوير نوع جديد من الآليات .

٢ ـ تحسين الآليات ويشتمل على تطوير موديل جديد من الآليات الموجودة حالياً أو تغيير التصميم لتقليل تكلفة تصنيع الآلة .

٣ ـ اختبارات المقارنة بين أنواع متعددة للآليات أو تقييم أداء آلة معينة .

٤ ـ بحث تأثير الآلة أو نظام الميكنة على إنتاج المحصول وعلى النواحي الاقتصادية .

٥ ـ دراسات على الاستخدام الأمثل والكفوء للآليات الموجودة لملاءمتها لظروف محددة .

٦ ـ بحث دراسة المشاكل الأساسية والتي لا ترجع مباشرة للآلة ولكن للعوامل المصاحبة مثال على ذلك دراسة ديناميكا التربة وعلاقتها بآلات الحراثة وتوليد قوى الدفع في الجرارات .

وأية مؤسسة صناعية اقتصادية لا بد ومن الطبيعي لها أن تعتني أساساً بتطوير وتحسين الآليات ويكون الهدف الأكبر لها هو الحصول على منتج مفيد ومقبول للمزارعين ويمكن تصنيعه وبيعه مع تحقيق قدر كافٍ من الربح ، وعلى ذلك تقوم الصناعة المهيمنة على آلات الزراعة بزيادة أبحاثها التي يمكن تطبيقها على مجموعة معينة من الآليات .

وتقوم مؤسسات الخدمة المدنية المتعددة مثل محطات البحوث الزراعية وقسم الزراعة بالولايات المتحدة (USDA) بالبحث في مجموعة المشاكل السابقة الذكر ويتركز معظم نشاطها ومسؤوليتها على أنشطة البحث المختلفة (البنود ٣ ـ ٦) . والبحث في أي مشكلة تتعلق بالميكنة الزراعية يتطلب تعاوناً من الفروع المختلفة للعلوم ، وعلى ذلك فيكون الحل الأمثل لها بالدراسة عن

طريق محطات البحوث الفيدرالية أو محطة بحوث الولاية . ويعتبر التعاون في مجال البحوث بين المؤسسات المدنية ومصانع تصنيع الآليات أمراً طبيعياً ، ويتم إنجاز البحوث بدعم مادي من الصناعة لبحوث معينة أو منح دراسية أو قروض لشراء أجهزة . وعندما يبحث تطوير أو تحسين في آليات الزراعة بواسطة مؤسسات الخدمة المدنية ، فهي غالباً ما تكون مشكلة خاصة بمنطقة معينة (جغرافيا) أو مشكلة قد تطلب تعاوناً كبيراً وتنظيماً بين مجموعات أخرى من الباحثين في مجال الزراعة (مثال على ذلك مربي النباتات وعلماء النبات ، وعلماء الحشرات . . . وهكذا) . وتركز هذه الجهات عموماً على حساب متطلبات التشغيل واختبار النظريات الأساسية واستنباط الأجزاء المؤثرة في العمل بينما يترك التصميم النهائي للمنتج أو للمصانع المختصة .

وسواءاً كان المهندس يجري بحثاً أو تطويراً في آلة أو في أية مشكلة أخرى قد ترجع إلى الميكنة ، فيجب أن يكون متمكناً من طريقة العمل الإيجابي وعنده من الثقة والإصرار والعزيمة على حلها . فإن الحاجة للتفكير الواضح والعمل المخلص لا يمكن الاستغناء عنهما وكذلك لا بد من أن يكون التفكير بعقل مفتوح وأن يتسم بالصبر عند حل هذه المشاكل .

## البحـــث

عـرّف أليسـون [٨] البحث على أنـه «دراسـة مخـطـطة للحصـول على معلومات أساسية غير متاحة بالشكل المرغوب» . ونتائج الأبحاث تعتبر أساسية ومهمة وفي بعض الأوقات تقارن بنتائج أخرى معروفة للتأكد من صـلاحيتها . ويعتبر التطوير والاختبار والحصـر والدراسـة والتجارب هي الأركـان الأساسيـة للبرنامج البحثي ولكنها لا تمثل في حد ذاتها دائرة بحث كامل .

### ١ ـ ٦ خطوات البحث :

إن خـطوات البحث أساسـاً هي عملية مـرتبة لتحليـل وتخـطيط البحث موضوع التساؤل [٨] . ويعتبر أول الأمور وأهمها هو تحديد المشكلة التي تحتاج إلى حل وإلا كان البحث ليس له معنى . والخطوة الثانية هي تجميع المعلومات الموجودة والمتاحة عن المشكلة موضع البحث مع العناية الخاصة والهادفة في تحليل هذه المعلومات وبالأخص العوامل المؤثرة في المشكلة (عوامل متغيرة أو ثابتة) . وتدرس العوامل المتغيرة بطريقة تجعل أهميتها واضحـة وتفاعلهـا مع بعضها أيضاً واضح ولا بد أن يشمل التحليل جميـع الدوال المؤثـرة والحقيقية والعلاقات التي تربط المتغيرات مع بعضها بدون أي ميل أو تحيز إلى إحداها .

ويأتي وضع النظرية العلمية الافتراضية وتخطيط التجارب لهذه النـظرية في المرتبة التالية . وعادة ما يكون الوقت المبذول في إعداد التجارب والأجهزة

اللازمة كبيراً وذلك قبل البدء في محاولة الوصول إلى الأهداف المرجوة . ولو اتبعت الخطوات الموضوعة بعناية وبموضوعية فإن الطرق المتبعة والتحليل المبني عليها يؤدي إلى تحقيق النتائج المثلى المرجوة من البحث .

وتعتبر وسائل التسجيل المطلوبة والكافية (بالكتابة أو بالتصوير) مهمة للحصول على النتائج المرجوة ولا بد من مقارنة النتائج المتحصل عليها في البحث مع الأبحاث الأخرى المشابهة التي نفذت بمؤسسات أخرى ويجب أن تحلل النتائج وتفسر لتعطي أقصى قدر ممكن من المعلومات وخاصة فيما يتعلق بالأساسيات العامة . وتعتبر عملية النشر لهذه الأبحاث مكملة وأساسية من خطوات البحث وترفع من قيمته العلمية .

**١ ـ ٧ تصميم التجربة :**

عندما يبدأ البحث في مشكلة لها علاقة بمادة بيولوجية أو التربة فإن هناك دائماً متغيرات غير معروفة أو معروفة جزئياً وغير متحكم فيها وتؤثر في نتائج البحث وهذه حقيقة أيضاً في عملية تصنيع المواد أو المنتجات . وفي هذه الحالات لا بد من وضع التجارب الإحصائية واتباع تصميم إحصائي معين في تحليل النتائج . ويجب أن يرجع المهندس إلى أحد المشتغلين بعلم الإحصاء أو إلى مرجع جيد في تصميم وتحليل التجارب [٥] . ويؤمن التحليل الإحصائي الفائدة القصوى النافعة والتي يمكن الاعتماد عليها من النتائج وذلك مع فرض أن الاختبارات أجريت بعناية والقياسات أخذت بدقة .

وهناك خاصيتان لأي تصميم جيد للتجربة وهما عمل مكررات متعددة لنفس المعاملة أو المادة وتوزيع المعاملات عشوائياً . ويتوقف عدد المكررات المطلوبة على القيم المتوقعة للمتغيرات الغير متحكم فيها . ويجب وجود مكررتين على الأقل لتقدير التغير نتيجة العوامل الغير متحكم فيها وتقدير الخطأ التجريبي ولكن غالباً ما يستعمل ٤ مكررات في معظم الحالات .

وزيادة عدد المكررات في تجربة يقلل من الخطأ التجريبي المصاحب للاختلافات بين المعاملات وبالتالي تقليل الفروقات المطلوبة للوصول إلى نتائج إحصائية مرضية .

والعشوائية المطلقة لا بد أن تراعى في عمل المعاملات والتجارب وتوزيعها ولا بد أن تنفذ بطريقة موضوعية مثل كتابة المعاملات على قطع من الورق وسحبها قطعة قطعة من صندوق وتحديد المعاملة وظروف تطبيقها أو استخدام جداول الأرقام العشوائية الموجودة في الكتب الإحصائية (٥) . وتعتبر العشوائية مهمة في تقليل الخطأ الراجع إلى العوامل الغير متحكم فيها وبالتالي يكون هناك معنى للخطأ الإحصائي في التجربة .

وقد استنبط نظام لتصميم التجارب يعتمد على أساس إحصائي عند دراسة إثنين أو أكثر من العوامل أو المتغيرات بمستويين أو أكثر لكل عامل في تجربة واحدة . ويعرف هذا باسم التصميم العاملي وهو يعطي تأثير كل عامل وكذلك التداخل بين هذه العوامل (١٣) . ويمكن تعريف التداخل على أنه إخفاق أحد المتغيرات ليتفاعل بنفس الطريقة من خلال مناطق أو مستويات متغير آخر . ويحدد عدد القطع المطلوبة ، لإجراء تجربة معينة ، لكل مكررة بحاصل ضرب عدد المستويات المختلفة لجميع المتغيرات .

## خطوات التطوير

كلمة «تطوير» تعني في مفهومها التقدم التدريجي المخطط نحـو تحقيق هـدف معين وتحديـد السمات الأسـاسية لـطريقة عمـل الآلة الـزراعية . ومن سمات برامج العمل في تـطوير الآلات الـزراعية هـو العمل الـدائب والتفكير المجدي والتخطيط الجيد . وفي السابق كان يجري العمل في تطوير الآليات الزراعية بطريقة غير منظمة . وكان الاعتماد الأساسي على التجربة والخطأ في العمل هو الغالب . ولكن تصميم الآليات الزراعية في الـوقت الحالي أصبح يعتمد اعتماداً متزايداً على أساسيات علمية وتطوير الآلات يبني على معلومات أساسية ومعلومات متحصل عليها من طرق بحثية . إن برامج التطوير الحديثـة سـواء أكـانت في قطاع الصناعات الخاصة أو الموجهة أو الحكومية أصبحت تعتمد إلى حد كبير على الطريقة المشروحة في الجزء ١ ـ ٦ . وهناك جانبـان أسـاسيان في بـرامج تـطوير الآليـات همـا الاختبـارات الحقليـة والاختبـارات المعملية وذلك للتحقق من مستوى أداء الآلة وطبيعتها .

وعبر تاريخ الميكنة الزراعية لعب المزارع دوراً مهماً في تطوير المعدات لتقابل احتياجاته الفعلية . وقد نشأت فكـرة العديـد من الآلات الزراعيـة التي نراها في الوقت الحالي في المزارع ، وفي حالات كثيرة بدأ عمل أول نموذج للآلة بواسطة المزارعين وتحت إشرافهم . وفي خلال التجارب الحقلية البدائية

لنموذج تجاري جديد للآلة ، تعتبر مساعدة المزارع وتعاونه مع القائمين على تشغيل الآلة عامل مهم جداً لتحديد مدى نجاح الآلة أو فشلها .

**١ ـ ٨ تحسين الآليات المتاحة :**

معظم المشاريع المتعلقة بالآليات وتصنيعها تدور حول تطوير وتحسين الآليات المتوفرة حالياً أو إعادة تصميمها بطريقة جيدة ترفع من مستوى أدائها ، كما وقد تنشأ هذه المشروعات بهدف اقتصادي حتى ولو كانت الآلة الموجودة مرضية تماماً من الناحية العملية والميكانيكية ومثال على ذلك تخفيض تكاليف الآلة أو إحلال بعض المواد الداخلة في صناعتها بمواد أخرى متاحة بصورة أكبر وأرخص تكلفة .

ويأخذ التصميم الجديد محل التصميم القديم في الأسواق فقط في حالة اعتقاد الجهة المصنعة بأن الآلة الجديدة سوف تحقق مبيعات أكثر وتكون أكثر نفعاً للمزارع وأقل تكلفة له . وزيادة قيمة الآلة بالنسبة للمزارع تدل دلالة واضحة على مدى تحسن الآلة وجودتها في أداء العمل وزيادة كفاءتها في استخدام القدرة أو العامل الإنساني وكذلك أكثر تحملاً وسهولة في الصيانة والخدمة . وهذا يعني أن مواصفات تصميم جديد لآلة ناجحة لا بد وأن يعتمد على حصر رغبات المشترين وكذلك على مدى الخبرة في خدمات الآلات السابقة في الإنتاج وإظهار تأثير هذه الآليات على الإنتاج وطريقة إجراء العمليات الزراعية والتطورات الموجودة فيها (١٩) .

وفي معظم الحالات يتفق المشتغلون بالقيام بالمبيعات والخدمات والإنتاج على التطويرات والمواصفات للآلية الجديدة وتقدير تكاليفها وثمنها والكمية الممكن بيعها . ويبدأ بعد ذلك مهندس الإنتاج في تصميم وعمل نموذج على حسب المواصفات الجديدة ، وإذا كان التحسين أو التطوير الجديد

يعتبر رئيسي فإن الإجراءات تأخذ الطريقة التي سوف يتم شرحها في الجزء التالي .

## ١ ـ ٩ إنتاج أنواع جديدة من الآليات :

تعتبر الآليات الجديدة هي تلك التي تحدث تغيرات جذرية وغير مألوفة في طريقة أدائها للعمل . مثال على ذلك آلة الضم والحصاد الصغيرة والتي تم اختراعها في الثلاثينات والتي أخذت مكان آلة تجميع الحبوب وآلة الدراس الثابتة [١٩] . ومن الأمثلة الحديثة آلة عمل بآلات القش في مكعبات والتي تؤدي إلى أحسن الطرق في تداول القش وآلة حصاد الطماطم التي خفضت العمالة المستخدمة في الحصاد بطريقة فعالة .

والخطوة الأولى في إنتاج آلة جديدة هو دراسة تقييم المشكلة . ففي الجهات الحكومية التي تتولى تطوير الآليات فإن مثل هذا المشروع يتعرض باستمرار لمناقشات وتتأثر طريقة إجرائه بالاتصالات التي تتم مع المؤسسات المعنية بهذه الآلة وتؤخذ في الاعتبار اقتراحات المؤسسات البحثية الأخرى التي تؤمن بأهمية المشكلة . وعادة ما يكون هناك تعاون بين المهندسين الزراعيين القائمين على المشروع والمجموعات الأخرى العلمية التي تعمل في محطة البحوث . وعلى أي حال فإنه لا بد من تقييم المشروع المقترح ودراسته من حيث جودة النتائج الممكن الحصول عليها وكذلك قيمته بالنسبة للمزارع من حيث توفير العمالة وزيادة العائد من المحصول وتحسين جودته وزيادة الدخل . . . إلخ .

وقد تقوم إحدى المؤسسات التجارية بعمل مشروع لتطوير إحدى الآليات بناء على رغبة إحدى القيادات أو وجود طلب في الأسواق على هذا النوع كنتيجة لدراسة السوق بواسطة مهندسين متخصصين . وقد تؤدي دراسة السوق عادة إلى نتائج غير حقيقية وذلك لصعوبة الحصول على معلومات صحيحة من

المزارعين عن مدى الحاجة لهذه الآلة وهذا ينبع من عدم خبرة المزارع بهذه الآلة الجديدة والتي يزمع طرحها في الأسواق ومما لا شك فيه أن هذه العملية تحتاج إلى تقدير وخبرة كبيرة للوصول إلى تقييم مناسب للمبيعات من هذه الآلة الجديدة . وفي حالة التقييم الكلي للمشروع وما إذا كان يجب تنفيذه أم لا يجب أن يوضع في الاعتبار دراسة الجدوى الهندسية والاقتصادية للآلة المقترحة .

### ١ ـ ١٠ تحديد متطلبات الأداء والعلاقات الأساسية :

وتكون الخطوة التالية سواء في الصناعة أو في المؤسسات البحثية في إنتاج آلة جديدة هي تحديد عناصر متطلبات أداء الآلة لوظيفتها أو مواصفاتها ، وبمعنى آخر ، ماذا يجب أن تقوم به الآلة ؟ وتحت أي ظروف متوقعة يتم التشغيل المرضي للآلة ؟ وعند الإجابة على السؤال الأول لا بد أن نضع في الاعتبار العوامل التي تؤثر في التشغيل الأمثل للآلة مثل توزيع وضع البذور بالآلات الزراعية في التربة، التأثير المرغوب لآليات الحراثة على التربة والتأثير المطلوب والمسموحات في آلات الحصاد من ناحية جودة وكمية الإنتاج . وللإجابة على السؤال الثاني قد يستلزم الأمر توفر الخبرة العملية ومعلومات عامة كثيرة عن المشكلة .

ولتأسيس وتثبيت متطلبات أداء الآلة لا بد من الحوار المستمر مع المجموعات المشتغلة بعلوم النبات والأراضي والحشرات وإنتاج المحاصيل . وغالباً ما يتم عمل موازنة بين المتطلبات المتعارضة أو بين المتطلبات المثالية وبين تلك التي يمكن التحصل عليها لتصبح الآلة عملية .

وبعد هذه الخطوة مباشرة يتم إجراء وتجميع وتقييم المعلومات المتاحة في المراجع عن الآليات السابق وجودها والخبرات السابقة عن المشروع موضع البحث . ويجب تحديد العلاقات المهمة والتي تؤثر في حلول المشكلة

وتقييمها سواء بالعمل الميداني أو التجارب المعملية ، وما هي خصائص النبات التي يمكن استخدامها للوصول إلى النتائج المرجوة ؟ وما هي العوامل المحددة للآلة سواء بخصائص التربة أو النبات ؟ .

**١ ـ ١١ تصميم وتطوير آلة للتجارب :**

عند هذا الحد يجب أن يكون المهندس قد جمع الأفكار للحلول البديلة المتعددة للمشكلة التي تواجهه وذلك باستعمال كل من التخيل والمنطق ومشتملاً على الأفكار المقترحة لأناس آخرين . ويجب أن تقيم جميع الاتجاهات تقييماً هادفاً ويختار أنسبها في التطورات المقبلة . وأول اختبارات تجري على الآلة هي اختبارات مبدئية وتجري أساساً على أجزاء الآلة وليس الآلة ككل ويكون الهدف هو تطوير (أو رفض) بعض الأفكار والمبادىء في التشغيل . كما أن جودة التصنيع وتحسين الأجزاء للآلة ليس هو الهدف في هذه المرحلة إلا أنه قد يكون متطلباً من أساسيات عمل الآلة ويجب أن يعطى التطبيق العملي والاقتصادي للآلة اهتماماً متزايداً مع مراحل تطور الآلة . ويجب أن تعرف أن الهدف الأساسي من المشروع هو إنتاج آلة تؤدي عملها بطريقة مرضية وببساطة وبأعلى كفاءة ممكنة وأن يصنع عدد من الآليات التي تختبر وتعدل حتى تصل إلى التصميم المرضي . وعند هذا الحد يوضع التصميم ويختبر بواسطة مؤسسات وهيئات إما حكومية أو صناعية ولكن أية خطوات أخرى في التصميم والاختبارات تؤخذ بواسطة الجهات المصنعة .

**١ ـ ١٢ تصميم إنتاج النموذج الأولي :**

يبدأ في إنتاج الآلية الجديدة إذا كانت النتائج من النموذج المعد للتجارب مرضية وتوضح أن الآلة ممكن إنتاجها اقتصادياً وانها مناسبة للأسواق ، يبدأ بعد ذلك في تصميمها . ويجب أن توضع في الاعتبار عوامل مثل القوة المؤثرة ، القدرة المطلوبة ، القصور الذاتي للأجزاء المتحركة ،

الكتلة ، الاتزان ، متانة عمر الأجزاء ، مدى سهولة الخدمة والضبط ، عوامل الأمان ، مدى الراحة المتوفرة للعامل عند استعمال الآلة ، مدى تمشي الآلة مع المواصفات الصناعية ، والتكلفة . ويجب أن يتم تنظيم العمل والاتصال المستمر بين المهندسين القائمين على المشروع ومهندس الإنتاج ومندوبي المبيعات فيما يتعلق بالمواد المستخدمة وطرق التصنيع والعوامل الأخرى التي تسهم في تصنيع الآلة الأكثر اقتصادياً والتي تؤدي عملها بطريقة مرضية ولفترة زمنية بأقل صيانة ممكنة .

ولا بد أن تطبق طرق التصميم التحليلي إلى حد كبير كما أن بعض أجزاء الآلة الغير حرجة يتم تصميمها بالنسبة والتناسب مع أجزاء أخرى أو بالمقارنة مع تطبيقات أخرى مماثلة وذلك لتوفير الوقت ولصعوبة تقدير أقصى أحمال ممكن حدوثها على هذه الأجزاء وبالتالي تلافي حدوث أي كسور بالآلة .

ومن وجهة نظر البائع يكون التصميم الجيد هو الذي يجذب نظر المشتري ويوفر له جميع المميزات التي يمكن أن يتخيلها . ومن العوامل التي تجذب نظر المشتري أيضاً البساطة وسهولة التشغيل وأن تكون الآلة مريحة وآمنة عند التشغيل وتكون ذات شكل جذاب ومنظر ينم عن مقدرة وسعة في العمل .

### ١ ـ ١٣ إنشاء واختبار نموذج الآلة :

عندما تمثل الآلة إنتاجاً جديداً فإنه عادة ما يتم إنشاء عدد صغير من الوحدات كنماذج أو وحدات إرشادية . وقد تخضع هذه الوحدات إلى تجارب وتطوير لعدة سنوات قبل البداية في إنتاج الآلة على نطاق واسع . وعادة ما تبنى نماذج الآلة بواسطة ورشة التجارب على أن تكون طريقة الإنشاء أقرب ما يمكن للإنتاج الصناعي للآلة . ولا بد أن يوضع في الاعتبار أن هذه الآليات تستخدم تحت ظروف جغرافية متباينة وظروف أخرى مختلفة ويعمل عليها مزارعون

عـاديون . ولـذلك يفضـل أن تجري اختبـارات كل فتـرة على الآلة بواسـطة المهندسين المشتغلين وكذلك المصممين .

وتجري أيضاً اختبـارات معملية لتحـديد النقط التي كـانت عرضـة إلى إجهادات زائدة أو أية مؤشرات أخـرى تدل على تـآكل سـريع لبعض الأجـزاء وكذلك قـد يحتاج الأمـر إلى إجراء اختبـارات الجهد المُعَجَّـل لمعادن بعض الأجزاء المهمة في الآلة .

**١ ـ ١٤ تصنيع نموذج الإنتاج :**

يعدل النموذج المقتـرح للإنتـاج بناء على النتـائج المتحصـل عليها من الاختبـارات الحقلية والمعمليـة ومن نموذج التجـارب وبنـاء على مقتـرحـات مقدري الأسعار والقـائمين على مراقبـة الإنتاج وممثلي المصـانع وغيـرهم من الـذين راجعوا التصميم بعنـاية وبعـد ذلـك يمكن أن ينفـذ التصميم كمـرحلة للإنتاج . وبناء على التعديـلات التي أدخلت على الآلة ومـدى تعقيدهـا ونوع الآلة ومدى اختـلاف ظروف التشغيـل فقد يـرى المنتج إنتـاج عدد صغيـر من الآليات يتراوح بين ٢٥ إلى ٥٠ آلة في السنة الأولى وذلك تحسباً لوجود عيوب في الآليـات فيمكن إعادة هـذا العدد الصغيـر إلى التصنيع وإصـلاح الأعطال الميكانيكية أو الإخفاق في العمل بسهولة . وإذا كان إنتاج الآلة وعملها ناجح يمكن زيادة المنتج منها في السنة التالية .

وقد تعتبر هذه آخر مرحلة في خطط تطور إنتاج الآلة ولكن قد تظهر هناك مشاكل هندسية مع تطور استخدام الآلة . ولكي يكون طول عمر الآلة مرضياً للمزارعين قد يحتاج الأمر إلى تطوير في الخامات المستخدمة أو طريقة التصنيع والذي قد يؤدي في النهاية إلى تخفيض من تكلفة الآلة وانتشار استخدامها .

**١ ـ ١٥ استخدام الحاسب الآلي الالكتروني :**

لقد زادت استخدامات الحاسب الآلي القياسي والرقمي في تصميم الآلات الزراعية وأبحاثها وتدريسها . وقد أدى استخدام الحاسب الآلي إلى حل مشاكل التصميم المعقدة والذي أدى بدوره إلى زيادة الوقت المتاح للمهندس للتفكير المبدع والإنتاج الهندسي . والسرعة العالية التي يعمل عليها الحاسب الآلي تجعل من الممكن الحصول على إجابات لتصميمات كثيرة جداً تحت ظروف مختلفة والتي لا يمكن أن تتم باستخدام الآلات الحاسبة اليدوية . وذلك يجعل أيضاً اختبار أحسن العوامل المتوافقة مع بعضها في التصميم أمراً سهلاً مما يشجع على وجود وظهور طرق جديدة في التصميم والإنتاج [٢٥] . وفي بعض التحليلات النظرية توجد معادلات معقدة لا يمكن حلها بطرق يدوية ولكن ممكن حلها بواسطة الحاسب الآلي .

والحاسب الآلي القياسي يتعامل مع المتغيرات التي يعبر عنها بكميات في مسألة معينة وبالتحديد يعتبر استخدامه جيداً ومناسباً في حل المعادلات التفاضلية . وتشمل عملية البرمجة إعداد المعادلات الرياضية والتي تصف النظام الطبيعي تحت الدراسة . وعادة ما يكون الناتج من هذا النوع من الحاسب الآلي عبارة عن رسم بياني يوضح العلاقة بين متغيرين . وتعتبر دقته جيدة بالمقارنة مع المساطر الحاسبة . ويمكن للعامل على الحاسب أن يشاهد بنفسه الناتج أثناء عملية الحساب وفي إمكانه أن يعدل بعض المتغيرات الداخلة في الحاسب ويعيد الحساب مرة ثانية في نفس الوقت .

ومثال على المسائل التي تستخدم الحاسب الآلي القياسي في حسابها في مجال الآلات الزراعية هي : (أ) حساب مسار حبيبات السماد أثناء عملية نثره ، (ب) دراسة المواصفات الكينماتيكية والديناميكية للوصلات عامة الحركة

أثناء التدريس للطلاب[٢٧] ، ( جـ ) تحليل مسألة اتزان جرار يعمل مع محراث نصف معلق[٢٧] .

ويعتبر الحاسب الآلي القياسي أداة ممتازة للتدريس داخل المعاهد العلمية وذلك نظراً للطريقة المستخدمة في البرمجة وحلول المسائل التي لها علاقة بالمعادلات الرياضية ووضعها وكذلك توضيح السلوك الطبيعي لها .

أما الحاسب الآلي الرقمي فيتعامل مع الأرقام العددية والعمليات الحسابية البسيطة وله خاصية التخزين ويعمل بطريقة منطقية ويمكن أن يحل أنواعاً كثيرة من المسائل الهندسية في وقت قصير بدقة عالية ويعتبر الأنسب لحل المشاكل المعقدة عن الحاسب الآلي القياسي وخاصة في العمليات ذات الطابع التكراري ويتضمن الحاسب الآلي الرقمي عمليات برمجة المعادلات التفاضلية أكثر من الحاسب القياسي نظراً لأن بعض المتغيرات الغير حسابية يمكن تحويلها إلى عمليات حسابية باستخدام طرق التحليل العددي وبالتالي يسهل التعامل معها كأرقام حسابية في الحاسب الآلي العددي ومع ذلك فإن كثيراً من أنظمة الحاسب الرقمي لها برامج فرعية تمكن من إجراء عمليات التكامل وبالتالي تريح المستعمل للحاسب من كتابة برنامج خاص للتكامل .

ولقد حقق الحاسب الآلي الرقمي انتشاراً أكبر من الحاسب القياسي في مجال صناعة المعدات الزراعية ، وربما يرجع هذا إلى استخدام هذا النوع من الحاسب الآلي في عمل أجور العمال وإعداد الجرد السنوي . ومن أمثلة المشكلات التي استعمل فيها الحاسب الرقمي : ( أ ) إيجاد المعادلات التجريبية لمسارات حركة حبيبات التربة عرضياً على مطرحة محراث وتحديد معدل التسارع على طول مدار الحبيبات كأساس نظري لمقارنة خواص الأداء للأبدان . (ب) المساعدة في تصميم أنظمة التعليق لأجزاء الآلات وبنية الآلة

للآلات الحقلية الكبيرة [٢١] . (جـ) حساب أبعاد قطاعات الكامات المختلفة في درفيل آلة حصاد القطن مما يمكن من اختبار قطاعات مختلفة واختيارها ومقارنتها [٣] . ( د ) تصميم التروس . (هـ) تأدية الحسابات المطلوبة التي تتضمنها البيانات في التحليلات الإحصائية [٣] .

**١ ـ ١٦ توحيد المقاييس :**

لقد تم تطوير العديد من مواصفات الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين (ASAE) ، والتوصيات ، وثائق البيانات ، والتي تغطي جميع مجالات الهندسة الزراعية . وتوجد النسخ المعدة والحديثة منها في كل عدد من الكتاب السنوي للمهندسين الزراعيين والذي تطبعه سنوياً الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين (ASAE) ويوزع بصفة دورية على الأعضاء ، وعند وجود الحاجة الملحة لتعديل بند معين في هذه المواصفات فإنه دائماً من الممكن تغييره . والكتاب السنوي لهذه الجمعية لعام ١٩٧٧ يشمل على ٤٤ مواصفة قياسية و١٦ توصية ومعلومات عن إدارة الآلات الزراعية وذلك للمعدات والجرارات أو للمعدات فقط .

وهناك أنواع معينة من مواصفات وتوصيات جمعية (ASAE) تم تطويرها بالاشتراك مع جمعية مهندسي المركبات (Automotive Engineers) أو مع معهد المعدات المزرعية والصناعية (Farm and Industrial Equipment Institute) وتعتبر جميع المواصفات والتوصيات لجمعية (ASAE) هي من النوع الموافق عليه جماعياً وغير مجبر أي فرد على تطبيقها. ومع ذلك فإنها تستعمل في الولايات المتحدة بدرجة كبيرة. وفيما يلي نذكر بعض أهداف ومميزات المواصفات القياسية والتي تطبق على الجرارات والآليات:

١ ـ زيادة المقدرة على التغير فيما بين المعدات والجرارات الزراعية .
٢ ـ زيادة عامل الأمان عند تشغيل المعدات والجرارات الزراعية .

٣ ـ تقليل الاختلافات بين أجزاء المعدات المختلفة في عملية الصيانة.
٤ ـ زيادة عملية التجانس في وصف المعدات من حيث السعة والأبعاد والمعدلات.

وقد وضعت هيئات في دول أخرى كثيرة مواصفات قياسية للآليات الزراعية بعضها مشابه لما هو موجود بالولايات المتحدة الأمريكية وبعضها يحتم استعمال مواصفات مختلفة في دول مختلفة. وهذه الاختلافات تمثل عقبة في طريق إنتاج معدات في الولايات المتحدة والتي يتم بيعها في دول أخرى، وقد أعطي اهتمام لتوحيد المقاييس عالمياً من خلال الهيئة العالمية للمقاييس (ISO)، بالرغم من أن التقدم كان بطيئاً. ومنظمة (ISO) هي منظمة غير حكومية ولها وضع منظمات الأمم المتحدة. وتتحدد عضويتها بعضوية اللجان القومية للمواصفات والمقاييس في الدول الأعضاء (عن الولايات المتحدة، المعهد القومي الأمريكي للمواصفات) American National Standards Institute.

ويجب أن يكون مصمم الآلات الزراعية ملمًّا بمواصفات جمعية (ASAE) أو أية مواصفات في أي بلد آخر ولها علاقة بالمشروع الذي يعمل فيه. ولا بد أن يكون أيضاً ملمًّا بالمواصفات القياسية التي يمكن تطبيقها مثل تلك المرتبطة بالمواد وأجزاء المكونات.

# اختبار الآلات الزراعيـــة

## ١ ـ ١٧ تخطيط وأنواع الاختبارات:

قــد يستلزم اختبـار الآلات الــزراعيــة تعين : ( أ ) خصــائص الأداء الــوظيفي ، (ب) القـدرة المـطلوبـة في تشغيــل الآلــة أو مكــونــاتهــا ، (جـ) الإجهادات الناتجة من الأحمال الساكنة أو المتحركة ، ( د ) متانة الآلة ، (هـ) معدل التآكل ، ( و ) القوة الخارجية المؤثرة على الآلة ( مثـال تأثيـر قوى التربة على آليات الحراثة ) .

وتعنى الجهـات المصنعة بكـل هذه الاختبـارات أما الاختبـارات التي تجري بواسطة الجهات الحكومية سواء كانت فيدرالية أو تتبع الولايـة المعنية فهي تعتني بـاختبار الأداء وقيـاس القدرة الـلازمة أو حسـاب القوى الخـارجية المؤثرة على الآلة. وتختلف طبيعة الاختبارات اختلافاً واسعـاً وتعتمد أسـاساً على نوع الآلة موضع الاختبار وعلى أهداف الاختبار. هذا وسوف يتم التعرض لطرق الاختبارات وأهداف العمل في الأجزاء القادمة والخاصة بكل آلة.

ويعتبر التخطيط الأمثل لعمل الاختبارات ذو أهمية كبرى، وكلما أمكن لا بـد من تطبيق الإحصـاء في تحليل وتصميم التجـارب كما نـوقش في الجـزء ١ ـ ٧. ويعتبـر هـذا مهم في الإسـراع في اختبارات التحمـل وفي كثيـر من اختبارات الأداء في الحقل.

**١ ـ ١٨ : استخدام مقاييس الانفعال والدهانات القصفة :**

المقاومة الكهربائية لمقاييس الانفعال المستخدمة مع الأجهزة الالكترونية المناسبة لها استعمالات خاصة كثيرة في اختبار الآلات الزراعية. وأهم مميزاتها الأساسية هي صغر حجمها (طولها يصل إلى ٣ ملليمتر) وكذلك إمكانية اتصالها المباشر بسطوح الأجزاء موضع الاختبار، ومقدرتها على قياس الانفعالات الديناميكية والثابتة. وكذلك يمكن بواسطتها قياس الأحمال والإجهادات المتغيرة بتردد عالي مثل العزم المتغير في شكل دوري في الأجزاء الدوارة في خطوط الحركة والذي يمكن قياسه بأجهزة تتميز بسرعة استجابتها.

وأهم استعمال لمقاييس الإنفعال هو استخدامها في تحديد الإجهادات الواقعة على أجزاء الآلة. ولضمان تقييم أقصى إجهاد ممكن حدوثه في الجزء المراد اختباره لا بد من الاختيار الصحيح لموضع واتجاه مقياس الانفعال. ويمكن استعمال دهان قصف حساس للانفعال وممكن وضعه على الأجزاء، في الخطوات البدائية، لدراسة توزيع الإجهادات وتحديد أنسب وضع لمقياس الانفعال. ويتشقق الدهان القصف المغطى لجزء معدني في اتجاه عمودي على اتجاه الانفعال الرئيسي في العضو وذلك عندما يزيد هذا الانفعال عن حد معين محدد مسبقاً. وهذه الدهانات متاحة في الأسواق عند قيم مختلفة للانفعال ولكنها حساسة جداً للرطوبة ولذلك يناسب استعمالها في الغرف المجهزة بتحكم آلي في ظروف الهواء الموجود.

وبعد تحديد موضع واتجاه أقصى إجهاد بواسطة الدهان المتشقق يتم تثبيت مقاييس الانفعال وبالتالي القياس تحت الأحمال. وفي حالة عدم زيادة الإجهادات في الجزء موضع الاختبار عن حد المرونة لهذا المعدن فإنه يمكن حساب الإجهاد على ذلك الجزء بضرب الانفعال في معاير المرونة لهذا المعدن.

ويمكن استخدام مقاييس الانفعال كوحدات استشعار في المحولات مثل آلة قياس العزوم المستخدمة في قياس قدرة الإدارة وجهاز قياس قوي الشد، ومؤشرات الضغط. ويحدد الحمل أساساً بمقياس الانفعال وذلك بجعل الحمل يؤثر على بعض الأعضاء حيث يمكن قياس التشكلات الناتجة باستخدام واحد أو أكثر من مقاييس الانفعال وباستثناء أبسط الحالات المستخدم فيها مقياس الانفعال، لا بد من عمل معايرة لجهاز قياس الحمل قبل البدء في القياس.

وتلصق مقاييس الانفعال مباشرة على جزء الآلة المطلوب قياس الحمل الكلي الواقع عليه كما في حالة ذراع المكبس في آلة البالات مثلاً. ويمكن قياس العزم الديناميكي بواسطة وضع مقياس انفعال مباشرة على عمود توصيل الحركة، بفرض أن لا تكون الصلبية الالتوائية كبيرة جداً، وإن المجمع الذي يصل دائرة مقاييس الانفعال الدوارة بدائرة الأجهزة الثابتة هو من النوع الذي له مقاومة اتصال ثابتة.

**١ ـ ١٩ التصوير بسرعات عالية:**

يعتبر التصوير السينمائي بسرعات عالية ذي قيمة كبيرة في أبحاث الآلات الزراعية وتطوير المنتجات. وأهم استعمالين لهذه الطريقة هما دراسة السلوك الميكانيكي لجزء متحرك بسرعة وكذلك دراسة سلوك النباتات أثناء مرورها في الآلات عند سرعة عالية. وعندما تلتقط صور الفيلم على سرعة ٥٠٠٠ إطار في الثانية وتعرض على سرعة التصوير العادية وهي ١٦ إطار في الثانية تكون النتيجة الحصول على نسبة تكبير في الزمن بنسبة ٣٠٠ إلى ١ . ويمكن اختيار سرعات أبطأ في التصوير إذا تطلب تكبير أقل للزمن .

ونتيجة لشدة قصر وقت التصوير عند التصوير على السرعة العالية، فلا بد من استعمال مصابيح خاصة للحصول على مستويات عالية جداً من الإضاءة. كما قد يمثل التوقيت في التصوير مشكلة. فعند سرعة ٥٠٠٠ إطار في الثانية،

قد تستخدم آلة التصوير بكرة فيلم بطول ٣٠ متر ليمر خلالها في زمن من ١ إلى $\frac{1}{2}$ ١ ثانية والذي قد يصل إلى سرعة التشغيل العادية خلال النصف الأخير لهذا الوقت. فإذا كان الحدث المراد تصويره يحدث في وقت قصير (مثلاً $\frac{1}{3}$ ثانية) فيجب أن تكون آلة التصوير متزامنة بدقة مع الحدث.

**١ ـ ٢٠ المؤسسات العامة للاختبارات[١٢] :**

تجري الاختبارات العامة لآليات الزراعة والجرارات على الأقل بواسطة ٢٥ مؤسسة في أكثر من ٢٠ دولة وقد عمل المعهد القومي البريطاني للهندسة الزراعية NIAE كمؤسسة عامة لاختبارات الآلات الزراعية لعدة سنوات. ومن أقدم هذه المؤسسات في العالم هو معهد اختبار الآلات الزراعية في ابسالا بالسويد. وتعتبر هاتان المؤسستان من أشهر المؤسسات التي تعمل في اختبار الآليات. وتتم الاختبارات في كلتا الدولتين بطريقة تطوعية، أي أنه لا يشترط عمل الاختبار قبل بيع الآلة.

واختبارات NIAE تهتم أساساً بالأداء الوظيفي بما في ذلك قياس القدرة. وتدفع تكاليف جميع الاختبارات، كما أن نشر التقارير الخاصة بها يعتبر من حق الجهة المصنعة فقط، كما أن المصنع لا يستطيع أن يعلق أو يشير إلى أن معهد NIAE يوصي أو يصدق على الآلة المختبرة. ويقوم المعهد السويدي بعمل اختبارات حقلية مكثفة لتقييم أداء ومتانة الآلة ولا تتطلب أي مبالغ نظير قيامه بهذه العملية ولكنه ينشر تقرير في وقت عرض الآليات في الأسواق. وفي نظير مبالغ معينة، يقوم المعهد السويدي بإجراء تقييم سري للآلة أثناء مراحل تطورها، ولا ينشر التقرير إلا إذا رغبت الشركة المصنعة للآلة في ذلك.

وتستخدم هذه المؤسسات العامة في طرق تقييمها معظم المواصفات القياسية كأساس، ويتم استخدام آلة معينة معروفة بجودتها كحد للمقارنة مع

الآليات المختبرة. وتختبر كل آلة بالمقارنة مع آلة قياسية تحت ظروف مماثلة، وتقوم بعض هذه المؤسسات بعمل اختبارات مقارنة بين مجموعة من الآليات ومن نفس النوع للوصول إلى مقارنة واضحة من خلال هذه المجموعة المختبرة.

وتعتبر الاختبارات التي تجري بمعرفة هذه المؤسسات العامة موضع ثقة لأن النتائج يتم تجميعها بواسطة باحثين أكفاء . وتعتبر هذه المعلومات مفيدة بالنسبة للمستهلك والشركة المصنعة على حدٍّ سواء.

**١ ـ ٢١ برامج الاختبار في الصناعة:**

إن الغرض من برامج الاختبار في الجهات المصنعة للآليات الزراعية هو تجميع معلومات يحتاج إليها تصميم المعدة للتأكد من سلامة التصميم النهائي وإثبات أن التصميم قد انتهى أو اكتشاف عيوب ونقاط ضعف حيث يمكن تصحيحها. وبالرغم من أن الموافقة النهائية على التصميم تعتمد على الاختبارات والخبرة الحقلية، تأخذ الاختبارات المعملية أهمية متزايدة في برنامج أبحاث تطوير الآلات الزراعية. وتوفر الاختبارات المعملية كثيراً من الوقت والتكاليف إذا أمكن تمثيل الحمل الواقع على الآلة في الحقل والظروف البيئية المرافقة معملياً.

والاختبارات المعملية تتم تحت ظروف يمكن التحكم فيها وتحقق توفر النتائج الموثوق بها التي يمكن الحصول عليها مرات عديدة طالما توفرت نفس الظروف. وتوفر النتائج المعملية أيضاً مقارنة سريعة بين تصميمات مختلفة وتكون النتائج جاهزة لحظياً وبدقة عالية. ويمكن إجراء اختبارات المتانة المعجلة لمدة ٢٤ ساعة في اليوم لو تطلب الأمر ذلك ولا يكون الاختبار محدداً بموسم معين في أثناء السنة كما هو الحال في الاختبارات الحقلية.

وتتم الاختبارات الحقلية الوظيفية والطبيعية للآلة كاملة تحت ظروف غير متحكم فيها من المحصول والأرض والجو وشكل سطح التربة كما لو كانت الآلة تعمل في الظروف المنتجة من أجلها. وفي المراحل المبكرة للتصنيع ربما تقتصر هذه الاختبارات على عدد محدود من الظروف الحقلية وذلك لتخفيض عدد المتغيرات موضع الدراسة. ولكن لتطوير الآلة لا بد من توسع أهداف الاختبارات لتشمل مجالاً أوسع من ظروف العمل المتوقعة. والأهداف التي تجري من أجلها الاختبارات الحقلية هي : -

١ ـ التأكد من التصميم الوظيفي للآلة وأجزائها.
٢ ـ تحديد القدرة القصوى والعادية المطلوبة في التشغيل.
٣ ـ الحصول على معلومات عن مدى تحمل الآلة وأجزائها.
٤ ـ الحصول على معلومات عن الإجهادات والأحمال المؤثرة على أجزاء الآلة وبالتالي إيجاد القواعد التي على أسسها يمكن عمل أي تصميم في المستقبل وللإسراع من التجارب المعملية.

ويعتبر تحليل الإجهادات التجريبي أداة فعالة في المعمل، والتي يزداد استعمالها في تصميم الآلات الزراعية. في حالات عديدة، تكون الأعضاء الإنشائية غير محددة استاتيكياً، أو تكون الأحمال غير معروفة، وبالتالي تكون حسابات الإجهادات والتي يعتمد عليها، غير عملية أو مستحيلة. وبتمثيل أقصى أحمال حقلية واستعمال مقاييس الأنفال، والدهانات القصفة كما نوقشت في الجزء ١ ـ ١٨، فإنه يتم تحديد أقصى إجهادات وأماكن تركيز الإجهادات. ويمكن، إذا لزم الأمر، إجراء تعديلات لحظية في التصميم دون الانتظار للتجارب الحقلية المكلفة، والتي تستهلك الوقت لإظهار المشكلة. ويمكن اكتشاف الأجزاء التي تم تصميمها بأحجام كبيرة وبذلك تسمح بإعادة التصميم ليصبح أكثر اقتصادياً. ويمكن استعمال قيم الإجهاد التي حددت تحت الأحمال

العادية للتنبؤ بعمر الإجهاد (التعب) وذلك بالرجوع إلى منحنيات التعب(*) S — N للمادة المستخدمة في التصميم.

وتعتبر التجارب المعملية من أهم الأساليب لمقارنة أداء أجزاء معينة من الآلة مثل اسطوانة آلة الدراس أو غربال التنظيف في آلة الضم والدراس أو مشط القطع في آلة تقطيع الأعلاف. وكثيراً ما تستخدم طريقة التصوير السريع في اختبارات من هذا النوع. وقد تكون الاختبارات الحقلية غير ممثلة بالضبط في الاختبارات المعملية وعلى ذلك يكون هناك فرق في النتائج، إلا أنه يمكن الاعتماد على الاختبارات المعملية في توضيح الاتجاهات المطلوبة في تطوير الآلة، وبتخزين كمية من المحصول لإجراء التجارب عليه في أوقات غير موسمية لهذا المحصول يجعل التجارب تستمر لمدة أطول من الموسم الزراعي للمحصول.

ومثال على الاختبارات التي يمكن إجراؤها في المعمل هو تحديد توزيع الحبوب الساقطة في التربة من آلة زراعية ومدى التماثل في الانتشار وهو اختبار يمكن إجراؤه لمرات عديدة في المعمل ويصعب إجراؤها في الحقل. وفي أنواع معينة من الآليات المكتملة التطوير تعتبر اختبارات أداء الآلة في المعمل قبل الاختبارات الحقلية التي يحتمل أن تكون في موسم معين من الأمور التي توفر الوقت في برنامج التطوير للآلة.

### ١ ـ ٢٢ اختبارات المتانة المُعَجْلة :

أهم الأهداف في الاختبارات المعملية للآلات الزراعية هو الحصول على معلومات عن متانة الآلة وأجزائها في أقصر وقت ممكن. ولعمل ذلك لا بد من إيجاد آلات قياس وأجهزة معملية وطرق إجراء الاختبارات التي تمثل

( * ) منحنى التعب S - N لأي مادة يوضح عمر التعب، بعدد دورات الاجهادات، كدالة من الاجهاد المتوسط .

الظروف الحقلية وظروف التشغيل وذلك بالأخذ في الاعتبار قيمة وتوزيع الأحمال والإجهادات وفي بعض الحالات مدى تردد أكبر إجهاد وكذلك لا بد أن يؤخذ في الاعتبار العوامل البيئية المؤثرة مثل الأتربة والماء وخلافه .

ومن أحد المشاكل في التجارب المعملية هو كيفية إيجاد ترابط بينها وبين الخبرات الحقلية. وللحصول على تجارب معملية ذات قيمة، لا بد وأن تبنى على ظروف تشابه الظروف الحقلية كما حسبت من قياسات حقلية سابقة. ونظراً للاختلافات الشديدة في الظروف الحقلية أثناء تشغيل الآلة فإنه يصعب إيجاد الأحمال المؤثرة على الآلة بدقة كافية، كما أنه من الصعب تمثيل الظروف الحقلية جميعها في المعمل. والطريقة المعتادة لإيجاد علاقة بين التجارب الحقلية والتجارب المعملية هو مقارنة النتائج المتحصل عليها في المعمل والحقل من نموذج لآلة موجودة أخرى والتي تشابه النموذج الجديد وتعمل تحت نفس الظروف ولعدة سنوات سابقة.

ومعظم مصانع إنتاج الآلات الزراعية يوجد لديها طرق اختبار ممهدة بأسطح صلبة مصنوعة من الخرسانة مع وجود مرتفعات ومنخفضات لها أشكال متعددة وعلى مسافات مختلفة. وتستخدم هذه الطرق في الاختبارات المُعَجْلة لمتانة التركيب البنائي للآلات الكاملة. وقد يوجد لأقسام مختلفة من هذه الطرق مرتفعات بالعرض الكامل لها، وقد تجهز بمرتفعات متبادلة للعجلات اليمنى واليسرى للآلة تحت الاختبار، أو بمرتفعات على جانب واحد على طول الطريق.

وتعطي هذه المسارات طرقاً لمحاكاة الإجهادات الناتجة في الآلة نتيجة لتحركها على الأرض تحت ظروف العمل الحقلي العادي. وللتوصل إلى هذه الإجهادات التي تنتج أثناء السير في مسارات الاختبار، يكون من الضروري تعيين الإجهادات العادية وذروتها والتي تنتج في الأعضاء الحرجة للآلة أثناء عملية حقلية حقيقية، عادة عن طريق مقاييس الانفعال. وتكون المتغيرات

الـوحيدة في مسـارات الاختبارات هي اختيـار نمط المرتفعـات الموجـودة في المسار (إذا توفر أكثر من نمط واحد)، والسرعة الأمامية للآلة. وتضبط سرعـة الآلة لتنتج نمطاً من الانفعال هو بالضرورة مماثلاً لما ينتج في عملية حقلية.

ويمكن الإسراع في الحصول على النتائج بواسطة إحداث تردد كبير في الأحمال الواقعة على الآلة وأكبر مما هو محتمل حدوثه في الحقل (مرتفعـات أكثر لكل دقيقة) وفي عملية مستمـرة. وتعرف متـانة الآلـة على أساس العـدد الكلي لـدورات الإجهـاد التي تتعـرض لهـا الآلـة. وبـالاستخـدام المنـاسب والتصميم المناسب لمسار الاختبار، يمكن الحصول على نتـائج الاختبـار في خـلال شهـر واحـد والتي قـد تتـطلب من ٢ إلى ٣ سنـوات من الاختبــارات الحقلية[١٥] وقد تمثل من ٨ إلى ١٠ سنوات من التشغيل الحقلي العادي.

وقد طور مهنـدسوا الاختبـارات العديـد من الأجهزة المبتكـرة للإسـراع من الاختبـارات المعملية لأنـظمة نقـل القدرة لـلآلة الكـاملة وأجـزاء منهـا. وفي اختبار مكونات إدارة القدرة الدوارة فإنـه من المهم تمثيل القيم القصـوى لـلإجهادات وتـردداتها في خـطوات الاختبار. كمـا قد يتـطلب الأمـر اختبـار كراس المحاور والجنـازير ومكـونات الإدارة الأخـرى والتي تعمل في الهـواء الطلق حيث تختبر في صناديق تحتوي على أتربة أو حمام مائي أو أي ظروف بيئية أخرى صعبة. وفي حالات عـديدة قـد يأتي التخفيض في وقت الاختبـار الكلي عن طـريق الاستمراريـة في التجارب المعمليـة. ومـع ذلـك فـإنـه في اختبارات التآكل وجد أن معامل إسراع يصل إلى ٢ (أي ١ ساعة من الاختبـار المعملي يعادل ساعتين من الاختبار الحقلي) وهو رقم مرضي.

## العوامل الإنسانية في التصميم

**١ ـ ٢٣ العوامل المرتبطة بعلاقات الإنسان بالآلة:**

لقد أدى استخدام التقنيات الحديثة إلى تقليل كبير في المجهود العضلي المبذول في استعمال الآلة ولكن زاد من استخدامات العقل البشري في التشغيل. ولا بد للعامل الذي يدير الآلة أن يكون قادراً على اتخاذ القرار الصحيح والأداء الجيد للحصول على عمل مرضي للآلة ولكن يجب أن نضع في الاعتبار أن كثرة القرارات التي يجب أن تتخذ أثناء التشغيل ربما يجعل احتمال حدوث الأخطاء أكبر وربما يؤدي إلى حدوث حوادث.

وقد أوضحت البحوث أن بعض المتغيرات البيئية وخواص معينة للآلة ممكن أن تؤثر على سلوك الشخص عند تشغيل آلة معينة. ومن أمثلة ذلك درجة رطوبة وحرارة الهواء ومقدار نقاوة الهواء (خلو الهواء من الغبار ومصادر التلوث الأخرى) وكذلك مستوى الضوضاء، الاهتزازات، تصميم المقعد، المسافة المتاحة لإجراء العمل، وضع أجهزة التحكم والأجهزة الأخرى، شكل وطريقة التحكم، المجهود العضلي المطلوب في التحكم، ومدى رؤية العامل لأجزاء الآلة والعمليات المطلوب ملاحظاتها.

وقد نوقشت بعض هذه العوامل فيما يتعلق بالجرارات الزراعية كما ورد في كتاب الجرارات ووحدات نقل القدرة[1]. بالإضافة إلى العوامل سابقة

الذكر فإن هناك عوامل أخرى لا تؤثر بصورة مباشرة على مقدار الراحة في العمل أو كفاءته ولكن لها تأثير مباشر على الأمان وسوف تناقش بعض هذه العوامل في الجزء ١ ـ ٢٤.

والعوامل الإنسانية لا بد أن تُعْطَى اهتماماً بالغاً في الجرارات والآليات ذاتية الحركة. ويجب على مصمم الآلات أن يأخذ في الاعتبار هذه العلاقة في أي آلة يقوم بتصميمها. ولا يمكن أن يطلب من المهندس المصمم أن يكون خبيراً في كل العلاقات بين الإنسان والآلة ولكن يجب أن يكون ملماً بالعوامل الإنسانية وأساسيتها لتجنب وجود مشاكل بين الإنسان والآلة القائم على تشغيلها. وتقوم بعض المصانع التي تعمل في مجال الآلات الزراعية بتعيين مهندس علاقات إنسانية أو مهندس أمان في المجموعة التي تقوم بتطوير آلة معينة بينما يكون للبعض الآخر مجموعات خاصة تهتم بهذه النواحي.

إن الآليات المصممة مع التطبيق المناسب لأساسيات العوامل الإنسانية يمكن أن تعمل بكفاءة وإنتاجية أعلى، وتقلل من المجهود المطلوب للعمل، وتزيد من الثقة فيها وتحسن من ظروف الأمان، وتحسين المرونة، وزيادة الراحة للعامل، وتحسين في ظروف التشغيل وتلقى قبول لدى المستهلك (٢).

وأساساً فإن العوامل التي قد تؤثر على كفاءة وإنتاجية العامل هي مدى الراحة في تشغيل الآلة والسهولة ووضوح الرؤية. إن الاستخدام الزائد للكبائن المقفولة في آلات الضم والدراس للحبوب وفي بعض الآليات الأخرى ذاتية الحركة وفي الجرارات عموماً من العوامل التي تؤدي إلى زيادة راحة العامل. وتوفر هذه الكبائن جواً أفضل للسائق بعزلها للضوضاء ولوجود مقعد مريح يقلل من تأثير الاهتزازات على العامل وقد تجهز بمروحة لدفع الهواء إلى الكابينة بعد مروره على مرشح للتنقية وأيضاً قد تجهز في بعض الحالات بمدفأة أو مكيف للهواء. وفي نفس الوقت الذي توفر فيه هذه الكبائن الراحة للعامل قد تؤدي إلى عزله

عن البيئة المحيطة به مما ينتج عنه إبطاء في اكتشاف عيوب الآلة أثناء التشغيل.

وفي الحالات العادية في معظم المزارع يقوم العامل باستخدام عدد متفاوت في الصنع والنوعية من الجرارات والآلات الذاتية الحركة، ويحدث أن يتبادل العمل على هذه الآليات بكثرة. ويتحسن الأمان وراحة للعامل إذا ما تم توحيد الحركات، والمواضع العامة، وطرق التعرف على أجهزة التحكم بطريقة قياسية. وقد حدث تطور في هذا الصدد عندما بدأت الشركات المنتجة في تطبيق المواصفات القياسية ASAE والتي تعطي الخطوط العريضة لموقع واتجاه حركة أجهزة التحكم في الحركة والجرارات والآليات ذاتية الحركة، وإيجاد نظام عالمي للعلامات التي توضح طرق التشغيل والتحكم في الآليات الزراعية والصناعية. وفي كثير من الآليات ذاتية الحركة يتم استخدام قدرة المحرك لتشغيل الآلة وضبطها الأمر الذي قلل بدرجة كبيرة من استخدام القوى العضلية لتشغيل الآلة وبالتالي تقلل من تعب العامل.

ووضوح الرؤية هو من الاعتبارات الهامة في تصميم الآليات ذاتية الحركة مثل آلة ضم ودراس الحبوب. ويجب أن يحدد مصمم الآلة ما هي الأجزاء من الآلة وما يحيط بالعامل من احتياجات تشغيلية لها لكي يراها ومدى تكرار ودرجة الرؤية المطلوبة في كل حالة. وعندئذٍ يجب أن يصمم ويحدد موقع كابينة العامل لتفي بهذا الغرض على أحسن وجه، آخذاً في الاعتبار راحة وحدود النظر للعامل. ويجب وضع أجهزة القياس بحيث أن العمليات المطلوب تكرار ملاحظاتها تتطلب أقل مقدار من تحول نظر العامل من خط النظر العادي له.

**١ - ٢٤ النتاج الآمن:**

إن تطوير الآلات المتزايدة التعقيد وكذلك الوعي الاجتماعي بتقليل الحوادث قد جعل عامل الأمان يزداد أهمية في تصميم الجرارات والآلات

الزراعية ولا توجد هناك صناعة تنتج آليات للاستعمال تحت ظروف أكثر صعوبة ومتحكم فيها أكثر من صناعة الآلات الزراعية[١١]. ويعتبر المزارع حر الاختيار في الآليات التي يعمل بها وعليه أن يحدد أين ومتى وكيف يتم اختيار الآليات تحت الظروف المختلفة التي يعمل تحتها وعليه أيضاً أن يحدد أنسب عوامل الأمان كما يراها هو والتي لا بد أن توفرها له الجهة المصنعة. ويواجه مصمم الآليات بمهمة تحسين التصميم وإرشادات العامل لتحقيق أكبر تأكيد ممكن بأن العامل سوف يستجيب تطوعياً لفرص التشغيل الآمن . وتعتبر علامات تحذير الأمان جزء مكمل لعملية التصميم ، ولا بدَّ أن تكون العلامات مميزة ، وتوضح أماكن الخطر ، ويجب أن يتفادى المصمم تغطية الآلة تغطية كاملة بوسائل الحماية مما يجعل عمليات الخدمة والضبط من العمليات التي يهمل في أدائها ، وفي هذه الحالات قد يقوم العامل بنزع هذا الغطاء وتركها بدون غطاء .

يرتبط النتاج الآمن ارتباطاً وثيقاً بعلاقات الإنسان بالآلة، وبحدود النواحي الطبيعية والفسيولوجية والسيكولوجية للإنسان. وكلما زادت عوامل الأمان في الآلة كلما زادت كفاءة الآلة ويتم تشغيلها بدون مشاكل. ومع تقليل فرصة تحرك العامل من مقعد القيادة تقل بذلك فرص وقوع الحوادث. وبعض أهم المشاكل الأمان المعتادة، والتي يجب أن يراعيها مصممي الآلات هي : ـ

١ ـ الحماية من الأجزاء المتحركة، وخاصة مكونات أجهزة توصيل القدرة.
٢ ـ المكونات الوظيفية الغير محمية مثل السكين المتحركة في آلة حصاد العلف، أو بكرات النزع في آلة حصاد الذرة وهي غير قابلة للتغطية.
٣ ـ الحماية من السقوط من المناطق المرتفعة (يجب عمل حواجز بالقضبان).
٤ ـ التصميم الجيد للسلالم وخطواتها.
٥ ـ تقليل تعرض العامل للمواد الكيماوية إلى أدنى حدٍّ ممكن عند وضع المواد

الكيماوية على النباتات أو عند ملء أو استخدام الآليات.

٦ ـ العلاقة بين الوقت اللازم لرد فعل الإنسان مع التصميم وفاعلية أجهزة التحكم الأمني الطارئة.

٧ ـ نظم التحذير التي يجب اتباعها عند التحرك على الطرق العامة . وهناك مواصفات قياسية للإضاءة الآمنة موجودة في مواصفات ASAE وتوضع علامة لتوضيح أن المركبة بطيئة الحركة . ويعتبر وضعها ملزماً بالقانون في عديد من الولايات .

وقد يحتاج الأمر في تصميم الآليات وإنتاجها إلى إدخال عوامل الأمان في الحسبان، وكذلك التحذير من الحوادث وبيان بالأشياء التي يجب تغيرها من حين لآخر وكذا تطوير المواصفات القياسية للتصنيع، ويتم تثقيف الوكلاء المعتمدين والمستهلكين وقد يحتاج الأمر إلى البحث والتعديل. ولا بد أن يحاول المصنع قدر جهده الوصول إلى أعلى مستوى من الأمان في الآلات بحيث يتمشى ذلك مع نوع الآلة وطريقة أدائها وكذلك مراعاة الزيادة في التكاليف. وعلى ذلك لا بد أن يكون المصمم على دراية بما يحدث في المجالات الصناعية الأخرى وتطبيق التقنيات الجديدة في الوقت المناسب.

وقد شملت القوانين الفيدرالية على عوامل الأمان والصحة والتي صدرت في ديسمبر عام ١٩٧٠ م والتي كان لها أكبر الأثر في تحسين عوامل الأمان في الآليات الزراعية. وأصبحت مصانع الآلات الزراعية مجبرة بقوة القانون كغيرها من المصانع على تطبيق القانون الفيدرالي. والمواصفات القياسية الفيدرالية المنصوص عليها بالقانون تعد أفضل مواصفات قياسية يمكن الحصول عليها، ويتم تطبيقها بالتعاون بين مصنعي الآلات الزراعية والجهات الفيدرالية المعنية بذلك. وقد قام المهندسون الزراعيون بتحقيق تطور كبير في مجال وضع مواصفات قياسية للأمان تتمثل في ١١ مواصفة من ASAE و ٢ توصية وكلها

تستهدف زيادة الأمان في المعدات الزراعية والجرارات وهي موجودة في الكتاب السنوي لجمعية الهندسة الزراعية الأمريكية (طبعة عام ١٩٧٧ م).

وحتى بدون قوانين فإن المواصفات القياسية لعوامل الأمان تعتبر مهمة، وهي جزء من التصنيع على مستوى كبير. ويجب على المهندسين الاعتراف بأهمية هذه المواصفات ومحاولة تغطية وتطبيق أكبر جزء منها تحت أي ظروف متغيرة ومحاولة تبسيط المشاكل. ويجب على المصمم ألا يهمل مواصفات الأمان وأن يضع في اعتباره أن أقلها هو المنصوص عليه في المواصفات القياسية.

وفي جميع الصناعات تعتبر مسئولية الإنتاج بمثابة القوة النامية لتحقيق منتج أمن . وقرارات المحكمة التي يضعها المحامون والقضاة قد تحمل المصانع المنتجة مسئولية قانونية لإهمالها في التصميم أو عيوب في الإنتاج والتي قد تؤدي إلى حدوث حوادث . والإنتاج المعيب هو الذي لا تتوافر فيه عوامل أمان معقولة لأي عامل عادي [١٧] .

وبعض أنواع الإهمال والتي قد ينتج عنها منتجاً معيباً أيضاً ، وقد يحدث من ذلك بعض الإصابات الشخصية مثل [١٧] : ( أ ) خطأ في الرسم الهندسي لتصميم الآلة . (ب) إخفاق في تركيب جهاز الأمان المناسب . (جـ) تركيب جهاز الأمان وإخفاقه عن العمل . ( د ) بناء الآلة من مواد غير مناسبة أو غير آمنة . (هـ) إخفاق في التخطيط لاحتواء الأخطاء الغير مقصودة . ( و ) إخفاق في إجراء الصيانة المطلوبة . ( ز ) الإهمال أو الإخفاق في تحذير المستهلك من المخاطر .

# مراجع

1 — BARGER, E. L.,.B.LILJEDAHL, W.M. CARLETON, and E.G. McKIBBEN. Tractors and Their Power Units, 2nd Edition, Chap. 12. John Wiley and Sons, New York, 1963.
2 — BELLINGER,P.L. Man - machine compatability. Agr. Eng., 50:17 - 19, 21, Jan, 1969.
3 — CADE, W.M. The new look in today's farm machinery test lab. Western Farm Equip - ment, 58 (10):25 — 27, Oct.,1961.
4 — CARLSON, E.C. Plows and computers. Agr. Eng. 42:292 — 295, 307, June, 1961.
5 — COCHRAN, W.G. and G.M.COX. Experimental Designs, 2nd Edition. John Wiley and Sons, New York, 1957.
6 — COOMBS. G.B.E. Experimental stress analysis as a tool in industry. Farm Mach. Design Eng,. 4:20 — 21. 24 — 25, July, 1970
7 — COOPER,M.R.,G.T.BARTON, and A.P. BRODELL. Progress of of farm mechanization . USDA Misc Publ. 630. 1947.
8 — ELLISON, W.D. Research procedures. Agr. Eng,. 22:249 — 252, July, 1941.
9 — GOERING, C.E., L.N. SHUKLA, and B.D. WEATHERS. Is the analog computer obselete Agr. Eng., 50:142 — 143, Mar., 1969.
10 — HETTSHU , D.C. Place of research in farm machinery design. Agr. Eng. 37:501 — 502, Oct, 1950.
11 — JOHNSON, W. Product safety and the agricultural engineer. Agr. Eng. 48:553 — 598 — 599, Oct., 1967.
12 — KYLE, J.T. Farm machinery testing by public agencies. Agr. Eng. 48:432 — 433, 437, Aug. 1968.
13 — LICLERG, E.L. Statistics in agricultural engineering research. Agr. Eng. 39:88 — 91, Feb. 1958.
14 — McKIBBEN, E. G. The evolution of farm implements and machines. Agr. Eng. 34:91 — 39. Feb., 1953.
15 — MILLER. W. G. Correlation of design and testing. Agr. Eng., 36:23 — 25, Jan., 1955.

16 — PFUNDSTEIN, K,L. Corporate product safety for farm and industrial equipment. Agr. Eng. 52:309 — 311, June, 1971.
17 — PIHLO,H. M. Legal liability of the agricultural engineer. Agr. Eng. 49:517 — 520, St., 1986.
18 — PYLE, H, Setting ASAE goals for agricultural safety. Agr. Eng. 52:15 — 16, Jan , 1971.
19 — RICHY, C.B.A machine is produced. USDA Yearbook of Agriculture, 1960. PP. 51 — 60.
20 — SILVER, E.A. How research and development aid machinery design. Agr. Eng., 36:806 — 807, 812, Dec., 1955.
21 — SMITH. R. E. How computers cut design time. Agr. Eng,. 47:648 — 651, Dec,. 1966.
22 — Statistical Abstract of the United States, 1977. U.S. Bur. Census, 1977.
23 — TANQUARY, E.W. Standardization of farm equipment . Agr. Eng. 38:606 — 609, Aug., 1957.
24 —TANQUARY,E.W. Standardization: World - wide. Agr. Eng. 44:486 — 487, 496, Sept, 1963.
25 — VAN GERPEN. H. W. Using digital in farm epuipment design. Agr. Eng. 49:394 — 395, July , 1968.
26 — WALKER, H.B. Balancing agricultural engineering research. Agr. Eng. 35:479 — 481, 485, July, 1954.
27 — YOERGER, R.R., and R.E. REINTS, Jr. Bridging the gap with a general - purpose analog, Trans. A 10(6):808 — 812, 1967.
28 — ZINK, C.L. Safety in farm equipment: the manufacturer's concern. Agr. Eng., 49:74 — 75, Feb., 1968.

# الباب الثاني
# أنواع الآلات
# السعة الحقلية والتكاليف

# الباب الثاني
# أنـــواع الآلات
# السعة الحقلية، والتكاليف

## ٢ ـ ١ مقدمـــة:

بالرغم من أن المتطلب الأول للآلة هو أنها تؤدي وظيفتها بطريقة مرضية إلا أن النواحي الإدارية والاقتصادية لتشغيل الآلة لها أيضاً أهمية كبرى. وفي الحقيقة سرعان ما يجـد المهندس أن اتجـاهاتـه في تصميم الآليات الـزراعية محكومة باعتبارات اقتصادية. ولكي يعمل بفاعلية أكثر فإنه يجب أن يلم ويتفهم كامل العوامل المؤثرة على السعة الحقليـة (الإنتاجيـة الحقلية) والأسـاسيات الاقتصادية التي تحكم تكاليف امتلاك أو تشغيل الآلات الزراعية.

## ٢ ـ ٢ أنواع الآلات:

يمكن تقسيم الآلات الزراعية إلى أربعة أنواع عامة على أساس علاقتها بوحدة القدرة (أي الجرار) وهذه الأنواع هي: ـ

**آلات مقطورة:**

وهي التي تقطر وتوجه بواسطة نقطة الشبـك على عمود الجـر ولا تلقى دعماً كاملاً من الجرار.

**آلات معلقة:**

وهي التي تتصل بالجرار عن طريق أذرع الشبك، وبالتالي تكون محمولة تماماً على الجرار عندما تكون في وضع الرفع لها، وعادة تعطي أذرع الشبـك

نوعاً من الاتـزان الدائـري حول المحـور الطولي وتسمـح بالتحكم في العمق والارتفاع من خلال أجهزة التحكم على الجرار وذلك أثناء وجود الآلة في وضع التشغيل.

**آلات نصف معلقة:**

وهي التي تتصل بالجرار من خلال مفصلة محورية أفقية أو شبه أفقيـة، وتسند جزئياً بواسطة الجرار على الأقل خلال النقل، ولكنها لا تلقى دعماً كاملاً من الجـرار. وفي الـوضـع العادي يكون محور المفصلة مرحلاً عند مؤخرة الجرار، بينما يوفر الشبك اتزاناً دائرياً حول المحور الطولي. وقد تستجيب الآلة مباشرة لدوران الجرار. ولكن إذا أضيفت وصلة رأسيـة محوريـة على الوصلة الأفقيـة (كما يحدث عند شبك المحاريث الكبيرة) فإن مؤخرة الآلـة توجـه عن طريق عجلة أو عجلات توجيه خاصة بها.

**آلات ذاتية الحركة:**

وهي التي تحتوي على وحدة قدرة متكاملة خاصة بها لتشغيلها.

**٢ ـ ٣ ـ ١ الآلات المعلقة والنصف معلقة:**

إن الآلات المعلقة والنصف معلقة أرخص ثمنـاً من مثيلتها المقـطورة. فبينما يستغنى عن العجلات والإطار الموجود على الآلات المقطورة، فإن وجود جهاز للتحكم في العمق والارتفاع والذي هو جزء من الجرار يمكنه أن يخدم كل أو معظم الآلات المعلقـة أو النصف معلقة. إن سهـولة الحـركة ووضـوح الرؤية وسهـولة النقـل والمميزات المكتسبـة من الإحساس بقـوى الشد عليهـا والوزن الرأسي المنقول من خلال أنظمة التحكم يجعل الآلات المعلقة شائعة الاستخدام. كما أن التوحيد القياسي لنقط الشبك الثلاثة على الجـرار ووجود ربطات للوصل السريع تسمح بتغير الأصناف المختلفة للمعدات يجعل شبك أو

فصل الآلات المعلقة والنصف معلقة عملية بسيطة وسهلة.

إن الحجم الطبيعي وكتلة المعدة والتي يمكن أن تعلق على مؤخرة الجرار تتحدد بمقدرة تحمل إطار الجرار والحدود الموجودة على اتزان نقل المعدة والجرار معاً.

إن الآلات النصف معلقة والتي يحمل الجرار جزءاً من كتلتها تتغلب على هذه الحدود مع احتفاظها بمميزات سهولة الحركة والثمن المنخفض ومقدرتها على الاستفادة من أنظمة الجر في الجرار. وتفضل الآلات النصف معلقة عن المعلقة تماماً، فهي بصفة خاصة مناسبة في المحاريث القلابة المطرحية والتي تحتوي على أكثر من أربعة أو خمسة أبدان، حيث إن كتلة وطول المحراث تنتج عزماً زائداً على الجرار مما يسبب عدم اتزانه أثناء النقل.

**٢ ـ ٤ الآلات ذاتية الحركة:**

إن أكثر من ٩٥ ٪ من آلات الضم والدراس والتي بيعت في عام ١٩٦٩ م وأكثر من ٩٠ ٪ من آلة تكويم الدريس أو الحبوب كانت من النوع الذاتي الحركة، ومعظم آلات جني القطن هي من النوع ذاتي الحركة، وتزداد النسبة في بعض آلات الحصاد الأخرى، لتكون من النوع الذاتي الحركة.

وبالمقارنة بالوحدات من النوع المقطور نجد أن الآلات ذاتية الحركة تتميز بمناورة أحسن ومرونة أكثر ورؤية أفضل وتحكم أحسن بواسطة العامل، كما تعطي مقدرة أحسن لحركتها. ففي آلات الحصاد الحقلية نجد أنه يقل حجم الفاقد الناتج عند بداية فتح الحقل للحصاد، وذلك نظراً لأن وحدة القطع أو التجميع تكون هي مقدمة الآلة. إلا أن عيبها الأساسي هو ارتفاع ثمنها الابتدائي والذي يعني أن الآلات ذاتية الحركة يجب أن يتوفر لها عدد ساعات تشغيل سنوي كبير نسبياً حتى تكون اقتصادية بمقارنتها بالآلات المقطورة.

وأحد الاتجاهات لتقليل التكلفة للهكتار للآلات ذاتية الحركة والتي

تعمل على مساحات صغيرة مع زيادة فرص تعدد استخدامها هو توفر إطار حامل ذاتي الحركة مزود بوحدة قدرة وأجهزة تحكم والتي يمكنها تشغيل أنواع مختلفة من وحدات الحصاد أو معدات أخرى يمكن أن تركب عليها.

والمعدات التي يمكن تشغيلها على الإطار الذاتي الحركة قد تشتمل آلات ضم ودراس، لقط الذرة، تقطيع أعلاف حقلية، تبييل الدريس، جني القطن، وربما أنواع أخرى وتتطلب هذه العملية خيالاً هندسياً وافراً لتصميم إطار حامل يمكنه أن يتلاءم مع هذا التنوع في الآلات. ويحقق أيضاً المتطلبات الأساسية لكل منها.

ولقد بدأ الاهتمام بمثل هذه الآليات في أواخر الأربعينات وعلى الأقل يتوفر الآن بصورة تجارية حامل ذاتي الحركة ومعه عديد من الآليات القابلة للتغيير والتركيب عليه[١٩].

# العوامل المؤثرة على السعة الحقلية

**٢ ـ ٥ : مصطلحات متصلة بالأداء الحقلي للآليات :**

إن المعدل الذي عنده يمكن لآلة أن تعمل في حقل لتؤدي الوظيفة التي من أجلها صممت هو أحد الاعتبارات في تحديد التكلفة لوحدة المساحة للعملية الزراعية.

**السعة الحقلية النظرية :**

هي معدل التغطية الحقلية لآلة والمتحصل عليه إذا ما أدت الآلة وظيفتها مستغلة ١٠٠ ٪ من الوقت عند السرعة الأمامية المقدرة ودائماً تغطي ١٠٠ ٪ من عرضها المقدر.

**الزمن النظري لكل هكتار :**

هو الزمن الذي تؤدي خلاله الآلة فعلاً وظيفتها. وزمن التشغيل الفعلي للهكتار، هو أكبر من الزمن النظري للهكتار إذا ما عملت الآلة على عرض أقل من العرض الكلي المقرر لها.

**السعة الحقلية الفعلية :**

وهي المتوسط الحقيقي لمعدل التغطية الحقلية للآلة على أساس الوقت الحقلي الكلي كما هو معروف أعلاه. وتعرف السعة الحقلية الفعلية عادة بالهكتار في الساعة [ أيكر في الساعة ] .

**الكفاءة الحقلية:**

وهي النسبة بين السعة الحقلية الفعلية والسعة الحقلية النظرية معبراً عنها كنسبة مئوية. وتشتمل على الزمن المفقود في الحقل والإخفاق في الاستفادة من العرض الكلي للآلة.

**كفاءة الأداء:**

وهي مقياس لفاعلية وظيفة الآلة.. فمثلاً نسبة السنابل اللازم إعادة دراسها هي مقياس لكفاءة الأداء في آلات الضم والدراس.

**٢ ـ ٦ السعة الحقلية الفعلية:**

تعتبر السعة الحقلية الفعلية دالة للعرض المحسوب للآلة، والنسبة المئوية للعرض المقدر الحقيقي المستفاد منه، سرعة الآلة في الحقل، والزمن الحقلي المفقود أثناء أداء العملية الزراعية. في بعض الآلات مثل الأمشاط والحاصدات وآلات الضم والدراس يكون من المستحيل الاستفادة من العرض الكلي للآلة بدون حدوث ثغرات أحياناً. إن مقدار التداخل بقدر معين من عرض الآلة يعتمد إلى حدٍّ كبير على سرعة الآلة وحالة سطح التربة ومهارة العامل. وفي بعض الحالات تكون كثافة المحصول كبيرة لدرجة يصعب معها الاستفادة من العرض الكلي للآلة حتى عند العمل على أبطأ سرعات متاحة.

ويحسب عرض الآلات التي تحتوي على وحدات وظيفية تعمل على مسافات بينها مثل آلات الزراعة على صفوف أو البذارات، آلات تسطير الحبوب، العزاقات الحقلية بحاصل ضرب عدد هذه الوحدات (صفوف فجاجات آلة التسطير، وحدات العزاقة في صفوف مثلاً) في المسافة بين هذه الوحدات.

وبطريقة أخرى نجد أن العرض المحسوب لمثل هذه الآلات يشتمل

على نصف المسافة بين الوحدات على كل جانب لكل وحدة. إن الآلات التي تعمل على خطوط تستفيد من ١٠٠ ٪ من عرضها المقدر لها، بينما الآلات الحقلية الأخرى معرضة لفقد جزء من هذا العرض بسبب التداخل.

وتتوقف السرعة القصوى المسموح بها للآلة على عدة عوامل، منها طبيعة العملية الزراعية، حالة الحقل وكذلك القدرة المتاحة. فمثلاً في آلة الحصاد فإن العامل المحدد قد يكون أكبر معدل من المحصول الذي يمكن للآلة حصاده بكفاءة عالية. ويشتمل ملحق (ب) على قيم نمطية لسرعات تشغيل الآليات.

ويعتبر الزمن الضائع من العوامل التي يصعب تقديرها بالنسبة للسعة الحقلية. فقد يفقد الزمن في الحقل نتيجة لضبط أو تشحيم الآلة، خلل أو كسر أو دوران عند نهاية الحقل، إضافة البذور أو الأسمدة، تفريغ ناتج حصاد، انتظار لمعدات نقل المحاصيل. . . . إلخ. وعند حساب السعة الحقلية الفعلية والكفاءة الحقلية كما عرفت أو نوقشت في هذا الباب، فإن الزمن الضائع لا يتضمن زمن إعداد أو زمن الخدمة اليومية التي تجري على الآلة، أو الزمن المفقود في الإصلاحات الكبيرة. بينما يتضمن زمن الإصلاحات البسيطة في الحقل أو أي زمن كتشحيم الآلة كمتطلب إضافي على الخدمة اليومية، ويكون الزمن الحقلي الكلي عبارة عن مجموع زمن التشغيل الفعلي مضافاً إلى الزمن الضائع.

والزمن اللازم لانتقال الآلة من وإلى الحقل عادة ما يدخل في حساب التكاليف الكلية للتشغيل بينما لا يدخل في حساب السعة الحقلية الفعلية أو الكفاءة الحقلية حيث أنه لا يمكن أن تعاقب الآلة بسبب الموقع الجغرافي لمؤسساتها.

والسعة الحقلية الفعلية يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية :

$$C = \frac{SW}{10} \times \frac{E_f}{100} \qquad (٢ - ١)$$

$$[\, C = \frac{5280\,S \times W}{43{,}560} \times \frac{E_f}{100} = \frac{S\,W}{8.25} \times \frac{E_f}{100} \,]$$

حيث :

C = السعة الحقلية الفعلية. هكتار / الساعة [ أيكر / الساعة ] .

S = سرعة الآلة. كيلومتر / الساعة [ ميل / الساعة ] .

W = العرض المقدر للآلة ـ متر [ قدم ] .

$E_f$ = الكفاءة الحقلية. نسبة مئوية.

ويقترح رينول[18] طريقة للتنبؤ بالسعة الحقلية الفعلية على أساس الزمن الكلي بالدقيقة لكل هكتار والذي هو مجموع الزمن النظري للهكتار مضافاً إلى الزمن اللازم للدورانات في نهاية الحقل لكل هكتار مضافاً أيضاً إلى الزمن اللازم « لمساندة وظائف الآلة » لكل هكتار. وهو يصنف كل عناصر الزمن الضائع بخلاف زمن الدوران في نهاية الحقل كزمن لمساندة وظائف الآلة. . وهذه تقدر أو تقيم على حدة ثم تضاف إلى بعضها بعد ذلك .

### ٢ ـ ٧ الزمن الضائع في الدورانات :

إن الدورانات عند نهاية أو في أركان الحقل تمثل وقتاً مفقوداً والذي غالباً ما يكون ذي أهمية كبيرة خاصة في الحقول القصيرة. وبغض النظر عن أنه يمكن أن يتم العمل في الحقل إما بالذهاب والإياب في مشاوير أو بالتحرك دائرياً حول محيط الحقل فإن العدد الكلي للدورانات لوحدة المساحة عند ثبوت عرض الآلة، يتناسب عكسياً مع طول الحقل . فإذا كان الحقل على

شكل مستطيل ويتم العمل فيه إما ذهاباً وإياباً أو بالتحرك الدائري في الحقل فإن العدد الكلي المطلوب لعمل دورة كاملة يكون متساوياً في الطريقتين ـ فالعمل بطريقة الذهاب والإياب يتطلب دورتين على ١٨٠° لكل دورة كاملة ، بينما الطريقة الأخرى تتطلب أربعة دورات على ٩٠° م لكل دورة كاملة .

إنَّ الوقت المطلوب للدورات في طريقة الذهاب والإياب كما في حالة المحاصيل المنزرعة على خطوط يتأثر بالشكل الغير منتظم للحقل والمساحة المتروكة عند نهاية الحقل لعمل هذا الدوران ومدى خشونتها بالإضافة إلى عرض الآلة .

وجد رينول[١٦] في دراسة أجراها لمدة ثماني سنوات على آلة لصف واحد ولصفين ولأربعة صفوف (١٠٢ سم [٤٠ بوصة] مسافة بين الصفوف) أن زمن الدوران كان في حدود ١٢ ـ ١٨ ثانية لكل دورة عندما كانت المساحة المخصصة للدوران ممهدة ـ ولكنه ارتفع إلى ١٠ ـ ٣٠٪ أكبر عندما زادت خشونة هذه المساحة المخصصة للدوران، حيث يتطلب هذا رجوع الجرار إلى الخلف خلال كل دورة .

وقد كان الزمن اللازم للدوران على مساحة ممهدة حوالي ٥٪ أكبر عند استخدام آلة زراعة ذات الأربعة صفوف عن وحدة أخرى ذات صفين، بينما كان الفرق ٢٠ ـ ٢٥٪ عند الدوران على مساحة خشنة غير ممهدة ـ وفي اختبار لآلات ذات عرض أكبر فقد وجد بارنز ومساعدوه[٣] أن زمن الدوران كان بمتوسط ٤٠ ـ ٥٠٪ أكبر عند استخدام آلة عزيق وأخرى للزراعة ذات ستة صفوف عند مقارنتها بآلة تحتوي على أربعة وحدات .

ويقترح رينول[١٥،١٧] إضافة عنصر أسماه «دليل الآلة الحقلي» ليشير إلى مدى جودة أي حقل لملائمته لعمليات محاصيل الخطوط. وقد عرف هذا الدليل كنسبة مئوية ( زمن التشغيل الفعلي ) ÷ ( زمن التشغيل

الفعلي + زمن الدوران ) . ويتم تحديد قيم مقارنة لهذا الدليل لحقول مختلفة بدراسة الزمن الحقيقي للتشغيل على نفس الآلة . وقد أشارت اختباراته إلى أن قيم دليل الآلة الحقلي هي تقريباً ثابتة لحقل معين لمختلف العمليات الزراعية على خطوط .

وتمثل حركة الآلة عبر نهاية الحقل ( وهو تحرك غير منتج) نوعاً آخر من الفقد غالباً لا يمكن تجنبه ويكون من الأهمية ـ بصفة عامة ـ عندما يقتضي الأمر تخطيط أراضي زراعية عريضة في حقول قصيرة . فإذا كان W هو العرض الكلي لكل قطعة أرض وأن متوسط المسافة النظرية عبر كل نهاية هي W (1 / 2) وكان طول الحقل هو L فإن متوسط المسافة الكلية المطلوبة للحركة لكل دورة هي 2L + W وتكون نسبة التحرك الغير منتج هي :

$$I = \frac{W}{2L + W} \times 100$$

وبقسمة كل من البسط والمقام على W

$$I = \frac{100}{(2L/W)} \qquad (٢ - ٢)$$

وفي التطبيق العملي غالباً ما يكون التحرك على نهاية الحقل في مسافة أطول قليلاً من W بينما قد تكون أقل مسافة عندما يقل عرض الأرض هي نصف قطر الدوران للآلة أو الجرار . ولهذا فعند حساب I يجب فرض قيمة W أكبر قليلاً من عرض قطعة الأرض .

**٢ ـ ٨ الزمن الضائع والذي يتناسب مع المساحة :**

إن بعض الأزمنة المفقودة في الحقل مثل زمن التوقف للراحة والضبط والتأكد على الآلات عادة ما تميل إلى تناسبها مع زمن التشغيل الفعلي ( أو زمن الحقل الكلي ) وذلك عند زيادة سرعة التشغيل أو عرض الآلة. ويميل الانتقال الغير منتج عبر الحقل إلى التناسب مع زمن التشغيل الفعلي إذا ما تم الحفاظ على سرعة التشغيل العادية عبر نهايات الحقل .

وبعض الأزمنة المفقودة الأخرى مثل تلك التي تحدث بواسطة بعض العوائق الحقلية والانسدادات، إضافة السماد أو بذور أو ملء خزانات الرشاشات فهي غالباً ما تكون متناسبة مع المساحة أكثر من وقت التشغيل.

ويميل زمن التحرك للأمام والخلف لكل هكتار عند عمل الدورانات في عمليات محاصيل الخطوط إلى الثبات تقريباً ( أو قد يقل قليلاً ) عند زيادة سرعة التشغيل، وذلك لأنه عادة ما تقل السرعة عند الدورانات إلاَّ إذا كانت سرعات التشغيل العادية أصلاً منخفضة .

كما وأن الزمن الضائع لتفريغ حمولة حصاد محصول يميل إلى التناسب مع كمية المحصول وأيضاً مع المساحة. وتزداد أهمية الزمن الضائع والذي يتناسب مع المساحة كلما ازداد عرض أو سرعة الآلة حيث أنهما المتسببان في زيادة نسبة النقص في الزمن الكلي اللازم للهكتار. ولذلك فإن تغيير آلة زراعة ذات أربعة صفوف بأخرى تعمل على ستة وتسير على نفس السرعة الأمامية قد يزيد مقدار الإنتاجية بحوالي ٣٠ ٪ فقط بدلاً من ٥٠ ٪ .

والأهمية النسبية للتوقفات المتناسبة مع المساحة قد يمكن تقديرها من المعادلة التالية وهي مبنية على أساس تعريف الكفاءة الحقلية .

$$E_f = 100 \frac{T_0}{T_e + T_h + T_a} \qquad (٢ - ٣)$$

حيث :

$T_0$: الزمن النظري للهكتار (للأيكر) .

$T_e$: زمن التشغيل الفعلي ، $= \frac{T_0 \times 100}{K}$

$K$: نسبة عرض الآلة المستفاد به فعلاً .

$T_h$: الزمن المفقود للهكتار [للأيكر] نتيجة للتوقفات والتي لا تتناسب مع المساحة . على الأقل جزء من $T_h$ عادة ما يكون متناسباً مع $T_e$ .

$T_a$: الزمن المفقود للهكتار [للأيكر] نتيجة للتوقفات والتي تتناسب مع المساحة .

وفي العادة نجد أن العلاقات بين الأنواع العديدة للأزمنة المفقودة وزمن التشغيل الفعلي أو المساحة تقع كلها بين النهايتين المتمثلتين في $T_h$ ، $T_a$ وكما سبق الإشارة في قسم ٢ ـ ٧ فإن زمن الدوران لآلة الزراعة في خطوط أو العزيق يزداد بازدياد عرض الآلة وبالتالي فإن زمن الدوران للآلات العريضة يمثل نسبة أعلى من الوقت الكلي ، ولكن عادة ما يكون مقداراً صغيراً بالنسبة للهكتار. وملء خزان الحبوب في آلة الزراعة عندما يكون المطلوب كمية صغيرة من الحبوب للهكتار، قد يتطلب زمناً أقل للهكتار للآلة العريضة عنه في الآلة الصغيرة ، وذلك لأن الزمن المطلوب لتحميل الحبوب من على الجرار والسير إلى خزان الحبوب والعودة قد يكون هو نفس الزمن تقريباً للآلتين، وقد يكون ذو نسبة معنوية من الزمن الكلي المفقود لإضافة البذور .

**٢ ـ ٩ الزمن المفقود والمرتبط بدرجة الاعتماد على الآلة :**

إن احتمال حدوث عطل بالآلة وبالتالي فقد في زمن الحقل، يتناسب عكسياً مع درجة الاعتماد أو الوثوق في الآلة المستخدمة . وتعرف درجة الاعتماد على الآلة بأنها الاحتمال الإحصائي لأن تؤدي آلة وظيفتها بطريقة

مرضية تحت ظروف تشغيل معروفة وخلال فترة زمنية محدودة. فمثلاً إذا كان لجهاز أن يعمل لمدة ١٠٠٠ ساعة وبدرجة اعتماد ٩٠ ٪ فإنه بمتوسط قدره ١٠ ٪ يتوقع لهذا الجهاز أن يخفق في أداء وظيفته خلال الـ ١٠٠٠ ساعة، وأنه باحتمال ٩٠ ٪ قد يزداد عمره عن ١٠٠٠ ساعة. ودرجة الاعتماد على آلة لها مكونات متعددة هي ناتج حاصل ضرب درجة الاعتماد لكل مكونات هذه الآلة. والقيمة المتوقعة لنسبة درجة الاعتماد لآلة عدد مكوناتها n هي :

$$Y = 100 \frac{(X_1)(X_2)(X_3) \ldots\ldots (X_n)}{100^n} \qquad (٢ - ٤)$$

حيث $X_1$، $X_2$، $X_3$، . . . . . . . . . .، $X_n$ هي نسبة درجة الاعتماد المتوقعة من كل مكون في الآلة .

ويجب ملاحظة أن قيم درجة الاعتماد والموجودة في المعادلة (٢ ـ ٤) هي فقط القيم الإحصائية المتوقعة. فدرجة الاعتماد للوحدات المستقلة لنوع معين من الآلات تختلف كثيراً عن القيم المتوقعة، ويجب أن تحدد إحصائياً القيم المتوقعة لدرجة الاعتماد ومعامل اختلافاتها من ملاحظات تتم على مجاميع من جزئيات الآلة[١٤] .

والآلات المعقدة والمركبة ، مثل آلات الضم والدراس المجمعة، يكون احتمال إخفاقها في أداء وظيفتها أكبر مقارناً بآلات أخرى بسيطة بالرغم من أنه قد يرتفع درجة الاعتماد لكل جزء فيها . فمثلاً آلة تتكون فقط من ١٠ أجزاء ولكل جزء درجة اعتماد قد تصل إلى ٩٧ ٪ في خلال فترة زمنية معينة فإن درجة الاعتماد للآلة كلها قد تصل إلى ٧٤ ٪ فبالرغم من أن عامل التصميم هو العامل الرئيسي في تحديد درجة الاعتماد. إلاّ أن طرق التصنيع وطريقة الصيانة والاستخدام هي أيضاً لها نفس الأهمية[١١] . والتصميم الأمثل هو الذي يصل إلى حالة من الموازنة بين تكاليف الحصول على درجة اعتماد عالية وبين فائدة تقليل تكرار حدوث الإخفاق .

وفي حصر تمَّ على أكثر من ١٥٠٠ مزارع في ولايتي أنديانا والينوي [١١] أشير إلى أن درجة الاعتماد لم تتأثر كثيراً بعمر الآلة المعقدة أو البسيطة .

ففي هذا الحصر، أخذت قيم درجة الاعتماد بناءاً على عشوائية الأعطال التي لا يمكن التنبؤ بها ، ولم تشتمل على تأثير التآكل العادي في الأجزاء ـ فقد كان في المتوسط وباحتمال من ٦٠ ـ ٨٠ ٪ وجود حالة أو أكثر من الأعطال في السنة بداية من أول عام لعمر الآلة . وقد وجد في الآلات التي حدث فيها أعطال أن متوسط الزمن الضائع في السنة كان عادة أكثر من ٨ ساعات لآلات الضم والدراس، ٣ ـ ٦ ساعات لآلة جمع الذرة ، ١ ـ ٤ ساعة للمحاريث ، أقل من ٢ ساعة لآلات الزراعة في صفوف والعزاقات. وقد تمثل فواقد الوقت الكبيرة، مثل عطل آلة الحصاد المعقدة، خسارة اقتصادية خطيرة بسبب عدم توفرها منضبطة عند الاحتياج إليها .

تزداد الأهمية بوقت الاستخدام والمعتمد عليه لآلات فردية عندما يعمل عدد من الآلات أو وحدات آلية في ترتيبات معينة. فإن فقد ٥، ١٠ ٪ من الزمن نتيجة لعطل، الضبط ، انسداد أو توقفات للآلة معينة، فهو عادة لا يعتبر أمراً خطيراً ـ بينما إذا استخدمت ٤ وحدات منها على التوالي ولكل منها درجة اعتماد ٩٠ ٪ فإن القيمة المتوقعة لدرجة الاعتماد الكلية لترتيب هذه الوحدات مع بعضها قد يقل إلى ٦٦ ٪. إن درجة الاعتماد، كما نُوقشت ، تبنى على أساس وقت التشغيل الفعلي والزمن المفقود من التوقفات المطلوبة للآلات المعينة في توقيفة معينة . إن فواقد الزمن الناتجة عن الدورانات، توقفات الراحة، ملء خزان البذور أو السماد، قد تكون متساوية بغض النظر عن عدد الآلات، ولكن يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تعيين الكفاءة الحقلية لتوفيقة الآلات مع بعضها. ولحدوث النقص في درجة الاعتماد عند استخدام وحدات من الآلات في توفيقة معينة حسب متطلبات العمل، فإن عمليات الصيانة تصبح نسبياً أكثر أهمية عما إذا استخدمت أي آلة بمفردها. فجميع الآلات التي تعمل

من خلال مجموعة معينة يجب أن تكون قابلة للتشغيل لنفس طول الفترة إلى أن يحين فترة صيانتها وخدمتها وأن تتلاءم السعات الحقلية لمختلف الوحدات داخل هذه المجموعة .

**٢ ـ ١٠ تحديد الزمن الضائع والكفاءة الحقلية :**

تستخدم دراسة الأزمنة المختلفة التي تمر بها الآلات خلال عملها اليومي لتحديد الكفاءة الحقلية لهذه الآلات. وتستلزم هذه الدراسة الملاحظة المستمرة للآلة وتسجيل كل أزمنة النشاطات المختلفة في العمليات الحقلية وذلك خلال فترة يوم أو أكثر. ومن خلال النتائج المتحصل عليها يمكن مباشرة تقدير الكفاءة الحقلية والتي هي نسبة الزمن الحقيقي الذي تؤدي خلاله الآلة وظيفتها إلى الزمن الكلي الحقلي .

وكمثال لنوعية دراسة الأزمنة على آلة جني القطن لصف واحد[١٧] كانت النتائج كالتالي ( وقد عدل الزمن الملاحظ على الآلة ليكون لكل هكتار ) :

| نوع النشاط | دقيقة لكل هكتار |
|---|---|
| دوران في نهاية الحقل | ٦,٤ |
| تفريغ السلة | ١١,٤ |
| تنظيف الآلة | ٥,٧ |
| تحركات على رؤوس الحقل | ٢,٧ |
| تحرك من وإلى المقطورات | ٨,٩ |
| إعداد السلة | ٥,٢ |
| بعض الأزمنة الأخرى (الآلة لا تعمل) | ١,٧ |
| جني حقيقي | ٨٩,٠ |
| الزمن الكلي للهكتار | ١٣١,٠ |

ومن هذه النتائج نجد أن الكفاءة الحقلية هي :

$$\text{الكفاءة الحقلية} = \frac{٨٩,٠}{١٣١} \times ١٠٠ = ٦٨ \%$$

وإذا أريد حساب الكفاءة الحقلية فقط من الدراسات الحقلية فإنه يمكن رصد الزمن الكلي الحقلي على مدى يوم أو أكثر ومتوسط سرعة تشغيل الآلة أثناء تأدية وظيفتها والمساحة الكلية التي تمَّت تغطيتها وعرض الآلة المقدر. وينسب متوسط معدل الإنتاجية الحقيقية إلى السعة الحقلية النظرية لتحديد الكفاءة الحقلية (معادلة ٢ ـ ١) .

والبيان الآتي يوضح نتائج دراسات حقلية لعديد من الأبحاث بعد تحليلها وتلخيصها[٨] ويعطي قيماً نمطية للكفاءة الحقلية لمختلف الآلات .

| | |
|---|---|
| معظم عمليات الحرث | ٧٥ ـ ٩٠٪ |
| زراعة حبوب (تسطير) أو تسميد في صفوف | ٦٠ ـ ٨٠٪ |
| ضم ودراس | ٦٥ ـ ٨٠٪ |
| جمع ذرة | ٥٥ ـ ٧٠٪ |
| جني قطن | ٦٠ ـ ٧٥٪ |
| حصاد الدريس | ٧٥ ـ ٨٥٪ |
| تجميع الدريس | ٧٥ ـ ٩٠٪ |
| تكويم دريس أو حبوب (ذاتية الحركة) تعمل في حقل به سدود للري | ٦٥ ـ ٨٠٪ |
| تكويم دريس أو حبوب (ذاتية الحركة) تعمل في حقل لا يوجد به سدود للري | ٧٥ ـ ٨٥٪ |
| تبيل الدريس (تترك البالات على الأرض) | ٦٥ ـ ٨٠٪ |

| | |
|---|---|
| تبيل الدريس (توجيه البالات لمقطورة خلفها) | ٥٥ ـ ٧٠٪ |
| تقطيع أعلاف | ٥٠ ـ ٧٥٪ |
| رش (*) | ٥٥ ـ ٦٥٪ |

## ٢ ـ ١١ تحسين الكفاءة الحقلية :

يزداد الاهتمام بالحصول على أقصى إنتاجية من الآلات كلما ازدادت درجة تعقيدها أو ارتفعت أسعارها . وتقليل الزمن المفقود في الحقل هو أحد العوامل لتحسين السعة الحقلية . ويساهم المهندسون في زيادة الكفاءة الحقلية للآلات بتصميمات لها درجة اعتماد عالية وتتطلب عمليات خدمة وصيانة أقل .

ومن خلال دراسة الزمن الذي تعمل فيه أية آلة يمكن ملاحظة نواحي التحسين لإدارة وتشغيل هذه الآلة بطريقة أفضل . فمثلاً الزيادة الشديدة في زمن الدوران في نهاية الحقل قد تتطلب تعديلات في عرض الممرات التي يتم عليها هذا الدوران أو تغييراً في طريقة الدوران. أيضاً زيادة أعطال الآلة في الحقل قد يتطلب وضع نظام أحسن للصيانة الوقائية للآلات .

إن تطوير معدات ذات كفاءة أعلى ونظام لتداول المواد في الحقل يمنح فرصة عظيمة لزيادة الكفاءات الحقلية (٢) ، (١٧) . فيجب نقل البذور والسماد ومبيدات الحشرات ومواد أخرى إلى الحقل لتحميل الآلات هناك . ونواتج الحصاد يجب نقلها إلى مخازنها .

وفي عمليات الزراعة والتسميد نجد أن التعامل مع المواد المعبأة قد يشغل بسهولة حوالى ٢٥ ٪ من الزمن الحقلي الكلي . بينما لو تم التعامل مع أسمدة جافة غير معبأة أو الأسمدة السائلة الأخرى والتي تنقل من خلال طلبات

(*) مرجع رقم ٥ ومراجع أخرى .

يمكن أن تقلل هذا الزمن جوهرياً وتزيد من الكفاءة الحقلية [٢] . فقد وجد رينول [١٨] أنه بتغيير طريقة تداول الماء مع الكيماويات المستخدمة لنمو البادرات في إحدى عمليات الزراعة الخاصة قد زادت إنتاجية آلة الزراعة من ١,٤ هكتار / الساعة إلى ١,٦ هكتار / الساعة .

# تقدير تكاليف الآلات

## ٢ ـ ١٢ عوامل التكلفة :

إن التكلفة الكلية لأداء عملية زراعية تشتمل على تكلفة كل من الآلة ، القدرة المستفادة من الجرار ، والعمالة . وتقسم تكلفة الآلة والجرار إلى فئتين هي التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة أو تكاليف التشغيل . والتكلفة الثابتة تتعلق بملكية الآلة وهي تكلفة موجودة بغض النظر عما إذا استخدمت هذه الآلة أم لا . وتتناسب التكلفة الثابتة للهكتار عكسياً مع الاستخدام السنوي للآلة ، بينما تتعلق التكاليف المتغيرة مباشرة بالاستخدام السنوي وتشمل أعمال الإصلاح والصيانة والوقود والتشحيم والخدمة .

ويعتبر الاستهلاك من التكاليف الثابتة إذا حدد عمر الآلة بقدمها أو استهلاكها الشديد قبل أن تبلى (كما في الأغراض الضريبية) . أما إذا اعتبر أن زمن التشغيل الذي تتطلبه الآلة إلى أن تبلى تماماً فيعامل كأنه تكلفة متغيرة .

وكما أشير في الباب الأول ، فإن الآليات الزراعية تتسم بانخفاض معدل استخدامها السنوي . وتشير الإحصاءات في الولايات المتحدة الأمريكية إلى أن متوسط الاستخدام السنوي لمعظم الآليات الحقلية (باستبعاد الجرارات ، والناقلات ، والمقطورات) نادراً ما يزيد عن ١٥ يوماً . بينما آلات مثل الضم والدراس ، التبييل ، وبعض آلات حصاد الدريس وربما جمع الذرة قد

تستخدم بكثرة من ٢٠ إلى ٤٠ يوماً في السنة . وبسبب محدودية الاستخدام السنوي ، فغالباً ما تمثل التكاليف الثابتة جزءاً كبيراً من التكاليف الكلية للآلة وخاصة بالنسبة لنوعية الآلات الغالية الثمن .

**٢ - ١٣ الاستهلاك :**

يعرف الاستهلاك بأنه النقص في قيمة الآلة بمرور الزمن . وفي الأحوال العادية وتحت ظروف تشغيل الآلات أياماً قليلة في السنة يكون لقدم الآلة بمرور الزمن أهمية كبرى في التأثير على الاستهلاك . فقد تعتبر الآلة عتيقة أو يبطل استعمالها وذلك بتطوير أنواع محسنة أو بالتغيرات التي تحدث في الأنظمة الزراعية . . . إلخ . بينما للآلات التي لها استخدام كبير كما هو الحال في المزارع الكبيرة يكون تآكل الآلة هو العامل المحدد لعمر تشغيلها . ومن الطرق العديدة والمستخدمة في حساب الاستهلاك نجد طريقة الخط المستقيم وطريقة الموازنة المتناقصة ، طريقة القيمة المقدرة وطريقة مجموع أرقام السنين . وقد وصفت وقورنت هذه الطرق في المرجعين ٥ ، ١٢ .

وتعتبر طريقة الخط المستقيم أبسط الطرق في حساب الاستهلاك ، فهي كثيراً ما تستخدم إذا كان المطلوب هو حساب متوسط تكلفة استهلاك الآلة طول فترة استخدامها . . . فهي تعطي معدلاً سنوياً ثابتاً لنقص سعر الآلة خلال تلك الفترة . ويحسب الاستهلاك السنوي هذا على أنه الفرق بين السعر الأصلي للآلة وقت الشراء وسعر التخلص منها عند بيعها في آخر الفترة الافتراضية لعمر الآلة مقسوماً على الفترة المقدرة لاستخدامها بالسنين . وعادة ما يفترض سعر التخلص من الآلة في حدود ١٠ ٪ من السعر الأصلي وبالرغم من أن البعض قد يفرض انعدام هذه القيمة تماماً عند نهاية الفترة المقدرة للآلة .

وتعطي طريقة الموازنة المتناقصة ، القيمة المقدرة ، وطريقة مجموع أرقام السنين استهلاكاً سريعاً للآلة خلال السنين الأولى لشرائها بينما يقل هذا

الاستهلاك بقدم الآلة . وتعتبر هذه الطرق مناسبة أكثر من طريقة الخط المستقيم في تحديد قيمة تسويقية لآلة مستهلكة جزئياً وأيضاً لتحديد قيمة ضريبية لها .

ففي طريقة الموازنة المتناقصة يكون الاستهلاك لأي سنة عبارة عن نسبة ثابتة من القيمة المتبقية للآلة عند بداية العام . وطريقة القيمة المقدرة تعتمد أساساً على تحديد قيمة تسويقية حقيقية لآلات في مختلف الأعمار مثبوتة من خلال مبيعات المزارع والمزادات ووكلاء مبيعات الآلات الزراعية والمنشورة أيضاً في كتب إرشادية معترف بها .

ويمكن تحليل المعلومات الموجودة في كتب الأسعار لتحديد العلاقة بين عمر الآلة والقيمة المتبقية لسعر الآلة معبراً عنه بنسبة مئوية من السعر الجديد للآلة . وقد تم عمل هذا كما هو موضح في المراجع ١ ، ٥ حيث حصرت بيانات عن الجرارات ووضعت تحت مجموعة واحدة ، كما حصرت جميع الآلات ووضعت تحت مجموعة أو ثلاث مجموعات . ويجب أن تعامل الأرقام الواردة في هذه الكتب بشيء من الحذر حيث إنها تشمل آلات عملت تحت ظروف تشغيل عادية .

### ٢ ـ ١٤ عمر الآلة :

يجب معرفة العمر المقدر للآلة لحساب الاستهلاك بأي من الطرق السابقة . وعموماً لا يمكن تحديد الزمن الذي تصبح عنده الآلة غير قابلة للصيانة . بل تتدرج تكاليف الصيانة في الإرتفاع، وبالتالي يصبح الاستمرار في عملية الصيانة غير اقتصادي وأيضاً اعتبار الآلة قديمة هي عملية نسبية على أساس المقارنة بالأنواع الجديدة المتوافرة في الأسواق . ويبين الجدول ٢ ـ ١ بعض القيم المقترحة لعمر قدم الآلة والعمر الذي تصبح عنده الآلة غير قادرة على العمل بسبب التآكل . وإذا زاد الاستخدام السنوي عن القيم الموضحة

| الآلة | عمر قدم الآلة | عمر تآكل الآلة ساعة | عدد الساعات السنوية لتآكل الآلة والمساوي عمر الآلة* | تكاليف الصيانة نسبة من السعر الجديد: المتوسط لكل ساعة | التكاليف الكلية |
|---|---|---|---|---|---|
| الجرارات | | | | | |
| عجل كاوتش | ١٠ | ١٠٠٠٠ | ١٠٠٠ | ٠,٠١٠ | ١٠٠ |
| عجل كاتينة | ١٥ | ١٥٠٠٠ | ١٠٠٠ | ٠,٠٠٧ | ١٠٥ |
| آلات الحرث | | | | | |
| عزقات | ١٢ | ٢٥٠٠ | ٢٠٨ | ٠,٠٤٨ | ١٢٠ |
| مشط قرصي | ١٥ | ٢٥٠٠ | ١٦٧ | ٠,٠٤٨ | ١٢٠ |
| محراث قرصي | ١٥ | ٢٥٠٠ | ١٦٧ | ٠,٠٤٨ | ١٢٠ |
| محراث قلابة مطرحي | ١٥ | ٢٥٠٠ | ١٦٧ | ٠,٠٨٠ | ٢٠٠ |
| عزاقة ذات أصابع مدببة | ١٥ | ٢٥٠٠ | ١٦٧ | ٠,٠٤٠ | ١٠٠ |
| عزاقة ذات أصابع زمبركية | ١٥ | ٢٥٠٠ | ١٣٣ | ٠,٠٦٠ | ١٢٠ |
| آلات البذور والزراعة | | | | | |
| آلات التسطير | ١٥ | ١٢٠٠ | ٨٠ | ٠,٠٧٥ | ٩٠ |
| آلات الزراعة في صفوف | ١٥ | ١٢٠٠ | ٨٠ | ٠,٠٧٥ | ٩٠ |
| آلات الحصاد | | | | | |
| آلة التبييل بمقطورة | ١٠ | ٢٠٠٠ | ٢٠٠ | ٠,٠٤٠ | ٨٠ |
| آلة ضم ودراس ذاتية | ١٠ | ٢٠٠٠ | ٢٠٠ | ٠,٠٢٥ | ٥٠ |
| جمع الذرة + | ١٠ | ٢٠٠٠ | ٢٠٠ | ٠,٠٣٨ + | ٧٥ |
| جني القطن + | ١٠ | ٢٠٠٠ | ٢٠٠ | ٠,٠٣٥ + | ٧٠ |
| نزع القطن | ١٠ | ٢٠٠٠ | ٢٠٠ | ٠,٠٣٠ + | ٦٠ |
| تقطيع أعلاف (مقطورة) | ١٠ | ٢٠٠٠ | ٢٠٠ | ٠,٠٤٠ + | ٨٠ |
| تبييل الدريس (محرك منفصل) | ١٠ | ٢٠٠٠ | ٢٠٠ | ٠,٠٣٠ | ٦٠ |
| تبييل الدريس (عمود الإدارة) | ١٠ | ٢٠٠٠ | ٢٠٠ | ٠,٠٤٠ | ٨٠ |
| محصدة | ١٠ | ٢٠٠٠ | ٢٠٠ | ٠,٠٥٠ | ٣٠٠ |
| تجميع (جانبي) | ١٠ | ٢٥٠٠ | ٢٥٠ | ٠,٠٦٠ | ١٥٠ |
| حصاد بنجر السكر | ١٠ | ٢٥٠٠ | ٢٥٠ | ٠,٠٣٠ | ٧٥ |
| تكويم، ذاتية الحركة | ١٠ | ٢٥٠٠ | ٢٥٠ | ٠,٠٤٠ | ١٠٠ |
| آلات أخرى | | | | | |
| تسميد | ٨ | ١٢٠٠ | ١٥٠ | ٠,١٠٠ | ١٢٠ |
| نافخات الأعلاف | ١٢ | ٢٠٠٠ | ١٦٧ | ٠,٠٣٠ | ٦٠ |
| مقطورات | ١٥ | ٥٠٠٠ | ٣٣٣ | ٠,٠١٨ | ٩٠ |

بالعامود الثالث فإنه يمكن اعتبار الآلة قد تآكلت قبل أن تصبح قديمة (هذا من وجهة النظر الاقتصادية) . فمثلاً إذا عملت آلة ضم ودراس لمدة ٢٥٠ ساعة في السنة فقد تبلى هذه الآلة في مـدة ٨ سنوات ولكن إذا استخـدمت لمدة ١٥٠ ساعة فقط في السنة فقد تصبح قديمة (في ١٠ سنوات) قبل أن تتآكل .

ويلاحظ أن لمعظم الآلات عدد ساعات استخدام في السنة، لكي يصبح عمر تآكل الآلة مساوياً لعمـر قدمهـا، يمثل أكثـر من ١٥ يومـاً من الاستخدام العادي . وهذا يعني أن الآلة العادية في الولايات المتحدة الأمريكية ممكن أن تستبعد قبل أن تصبح في حالة تآكل . ومع ذلك فإن العديد من الآلات تحت ظروف تشغيل واستخدام سنوي منخفض تبقى بذلك في العمل لفترة أطول من عمر القدم المشار إليه في الجدول .

* عندما يزيد متوسط عدد ساعات الاستخدام السنوي عن هذه الأرقام فإن الآلة سوف تصبح غير صالحة للتشغيل قبل أن تصبح قديمة .

+ إذا كانت الآلة من النوع المعلق فيجب إضافة ١٪ من السعر الجديد لكل مرة يتم تعليق فكها من الجرار (عادة مرة في السنة) .

**٢ ـ ١٥ الفائدة على رأس المال :**

تعتبر الفائدة على رأس المال المستثمر في الآلات الزراعية أحد عناصر التكاليف حيث أن المبالغ المنفقة على شراء هذه الآلات لا يمكن استخدامها لأي مشاريع إنتاجية أخرى . وعموماً يجب أن تقل الفائدة السنوية بتقدم عمر الآلة ، وذلك لنقص قيمتها.

فإذا استخدم معدل متغير لتقدير الاستهلاك فإن تقدير الفائدة لكل سنة يجب أن يحسب على أساس القيمة المتبقية لسعر الآلة عند بداية العام. أما إذا استخدمت طريقة الخط المستقيم لحساب الاستهلاك فهذا يعني أن تكون الفائدة السنوية ثابتة وبالتالي فإن التكاليف الثابتة الكلية ستكون ثابتة أيضاً . وفي هذه الحالة تحسب الفائدة على أساس متوسط الاستثمار خلال عمر الآلة . ومتوسط الاستثمار هو نصف مجموع السعر الجديد للآلة وسعر التخلص منها .

**٢ ـ ١٦ الضرائب، التأمين والمظلات الواقية :**

وهذه تمثل عناصر بسيطة بالنسبة لإجمالي التكاليف الثابتة، ولكن يجب إدماجها معها . وتقدر الضرائب على ملكية الآلة على أساس القيمة المتبقية (المستهلكة) للآلة وبنفس المعدل الموجود على الآلات الأخرى .

وبالرغم من أن الضرائب على المبيعات تدفع عند الشراء مباشرة، إلاّ أن في حساب الضرائب يجب أن توزع على طول عمر الآلة(٩)، (١٢) .

وقد يتم التأمين على الآلات الزراعية في بعض الأحيان. ويتم تقدير تكاليف التأمين على أساس القيمة المتبقية للآلة .

وقد يصعب أحياناً توضيح أهمية المظلات الواقية الآلات من الظروف الجوية والتي تعود على المزارع بوفر نقدي . فالحماية مطلوبة لأنواع عديدة من الآلات الزراعية. . . وتعتمد تكاليف المباني الخاصة بحماية الآلات على حجم هذه الآلات، وعادة تتراوح قيمتها من ٠,٥ إلى ١٪ من سعر تكلفة الآلة

الجديدة. . وهذه القيمة ثابتة على طول عمر الآلة .

ويلاحظ أن بعض هذه العناصر البسيطة تحسب على أساس القيمة المتبقية للآلة كل سنة ، بينما البعض الآخر يحسب على أساس السعر الجديد للآلة. ولكي نبسط إجمالها معاً فيتم تقديرها بواقع ٢٪ من السعر الجديد للآلة إذا ما حسب الاستهلاك بطريقة الخط المستقيم، وبواقع ٤٪ من القيمة المتبقية للآلة عند بداية كل عام إذا ما استخدم معدل متغير لتقدير الاستهلاك .

**٢ ـ ١٧ الإصلاح والصيانة :**

من الصعب تقدير تكاليف الإصلاح وذلك للاختلافات الكبيرة والناتجة من الفروقات في ظروف التشغيل، الإدارة، برنامج الصيانة، والأجور. . . إلخ .

كما أنه تختلف سجلات المزارعين في مدى دقة واكتمال البيانات وأشكالها. ويجب أن يشمل حصر التكاليف عدداً كبيراً من المزارعين وذلك للحصول على قيم متوسطة ومتناسبة للاعتماد عليها في تقدير تكلفة الإصلاح والصيانة. وهذه المتوسطات الناتجة لا يمكن تطبيقها مباشرة لأي وضع خاص ولكنها تعطي أساسيات عامة لتقدير التكلفة .

وتتضمن تكاليف الإصلاح عمليات الصيانة والخدمة وثمن قطع الغيار وعمالة تركيب هذه القطع . وتزداد تكلفة الإصلاح في الساعة بتقدم عمر الآلة بينما تميل إلى الثبات بعد ذلك عندما تصبح الآلة قديمة[١١]. وتتأثر تكلفة الإصلاح في الساعة والمرتبطة بعمر الآلة مع نوع الآلة. فآلات الحرث وبعض الآلات الأخرى التي تحتاج لتكرار سن أو تغيير الجزء القاطع بها لها تكلفة إصلاح ابتدائية عالية وتقل هذه التكلفة بتقدم عمر الآلة .

وفي حصر لبيانات في عام ١٩٦٦ على أكثر من ١٥٠٠ مزارع في ولايتي أنديانا والينوي قد أتاحت معلومات عن تكلفة الإصلاح وعلاقتها بعمر الجرارات

وعشرة أنواع من الآلات. وقد أمكن استنباط معادلات رياضية تقريبية بين إجمالي تكلفة الإصلاح التراكمية والنسبة المئوية من عمر الآلة المستفاد به[٦]. وقد تم التوصل إلى علاقات مشابهة ولكن بثوابت مختلفة كما هو موجود في المرجع (١) . وتشير هذه المعادلات إلى ازدياد معدل الإصلاح خلال السنوات الأولى عنه خلال السنوات الأخيرة من عمر الآلة. فإذا ما رسمت نتائج حصر مزارعي أنديانا والينوي كمعدل تكلفة الإصلاح ضد عمر الآلة بالسنين لوجدنا أن معدل تكلفة الإصلاح يصل لقيمة ثابتة في آخر الأمر[١١]. وعند تقدير تكلفة الآلة سنة بسنة فإنه يجب الاستفادة من العلاقات التي تعكس زيادة معدل التكلفة مع العمر .

وعندما يكون متوسط التكاليف مقبولاً خلال عمر الآلة يكون من الأسهل تطبيق تكلفة سنوية منتظمة للإصلاح عند عمل الحسابات. ويمكن عمل هذا عند حساب الاستهلاك بطريقة الخط المستقيم. وجدول ٢ ـ ١ يحتوي على متوسط معدل التكلفة خلال أعمار التآكل المشار إليها، بالإضافة إلى تكلفة الإصلاح الكلية، وهذه تحتوي أيضاً على تكلفة الخدمة اليومية. وهذه القيم مأخوذة من المراجع ١ ، ٤ ، ٥، ٧، ٨ .

### ٢ ـ ١٨ الوقود، الشحوم ومتطلبات أخرى :

يجب أن تشتمل حسابات تكلفة الآلات على تكلفة الوقود والشحوم (زيت المحركات، المرشحات) اللازم للجرارات ووحدات القدرة الأخرى. ويمكن تعيين متطلبات القدرة بالرجوع إلى جدول قوى الشد والقدرات الموجود في الملحق أ . وبمعلومية قوة الشد (D) على ذراع الشد بالكيلونيوتن (رطل قوة) عند السرعة S بالكيلومتر في الساعة (ميل / ساعة) فإن القدرة المطلوبة على ذراع الشد للآلات المعلقة والنصف معلقة والمقطورة بالكيلووات (الحصان) تكون :

$$dbp = \frac{DS}{3.6} \qquad (٢ - ٥)$$

$$[\ dbp = \frac{D \times 5280\ S}{60 \times 33{,}000} = \frac{D\ S}{375}\ ]$$

بينما تكون قوى الشد المطلوبة لمعظم الآلات المقطورة بخلاف آلات الحرث هي في صورة مقاومة دوران للعجل. والشد المطلوب للتغلب على مقاومة الدوران يتحدد بضرب الوزن الواقع على العجل وعمودياً على سطح الأرض (بوحدات القوة) في معامل مقاومة الدوران المناسب والذي يمكن الحصول عليه من الملحق (ج) ثم تضاف مقاومة دوران العجل إلى بعضها .

**جدول ٢ ـ ٢ معاملات تحويل طاقة وقود الجرار[١٢]**

| التحميل، نسبة من أقصى قدرة على ع. أ. خ | طاقة ع. أ. خ كيلووات ـ ساعة/لتر | | | طاقة ع. أ. خ حصان/جالون | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | سولار | بنزين | غ ب س (*) | سولار | بنزين | غ ب س |
| ١٠٠ | ٢,٦ | ١,٩٢ | ١,٥٩ | ١٣,٢ | ٩,٧ | ٨,١ |
| ٨٠ | ٢,٥٣ | ١,٧٨ | ١,٥٢ | ١٢,٩ | ٩,٠ | ٧,٧ |
| ٦٠ | ٢,٣٦ | ١,٥٧ | ١,٤٠ | ١٢,٠ | ٨,٠ | ٧,١ |
| ٤٠ | ٢,٠٢ | ١,٢٣ | ١,١٦ | ١٠,٣ | ٦,٣ | ٥,٩ |
| ٢٠ | ١,٣٧ | ٠,٧٩ | ٠,٧٥ | ٧,٠ | ٤,٠ | ٣,٨ |

(*) * غ ب س : غاز البترول السائل .

هذه القيم هي متوسطات من ١٠٣ اختباراً للجرارات (اختبارات نبراسكا) بعد ١٩٦٥ وبزيادة في استهلاك الوقود ١٥٪ لتمثيل الاستخدام النمطي للجرارات في المزرعة. وهذه القيم هي عند التشغيل على أقصى سرعة لجهاز الحاكم في الجرار ولكنها أيضاً قيم حقيقية وعملية عند فتح جزئي للصمام الخانق .

ويمكن تقدير متطلبات الجرارات من الوقود من جدول ٢ ـ ٢ على أساس معلومية أقصى مغدل لقدرة الجرار عند عمود الإدارة الخلفي (ع أ خ) ومتطلبات القدرة الحقيقية على (ع أ خ) وذلـك بسبب انزلاق عجـل الجرار، ومقـاومات الدوران والاحتكاك في نقـل القدرة من المحـرك إلى العجل. ويمكن تمثيـل مجموع هذا الفقد في القدرة بمعامل للشد والنقل والذي يعرف بأنه النسبة بين القدرة على ذراع الشد والقدرة على عمود الإدارة الخلفي . .

وتحتوي المراجع ١ ، ١٢ على منحنيات بيانية والتي منها يمكن تحديد القدرة على ذراع الشد ونسبة انزلاق العجل وذلك للجرارات ذات الدفع على العجل الخلفي فقط أو بعلاقاتها بالقدرة على عمود الإدارة الخلفي والقدرة على محور العجل(*) ، والوزن الواقـع على العجل الخلفي ، والسـرعة الأمـامية، وحالة التربة، ونوع الآلة (معلقة، نصف معلقة، أو مقطورة) .

والجدول ٢ ـ ٣ يوضح قيماً نمـطية لمعـامل الشـد والنقل (م. ش. ن) والتي قدرت من المنحنيات لآلات نصف معلقة .

وترتفع قيم هذه المعاملات قليلاً للجرارات التي تصـل فيها القـدرة إلى العجـل الأمامي والخلفي . ونـادراً ما تـزداد نسبة الانـزلاق في الجـرارات ذو الكتينة عن ٥٪ حتى على الأراضي المفككة . فمعاملات الشد والنقل لا تقل عن ٠,٨ ـ ٠,٨٥ على الأراضي الصلبـة و ٠,٧٠ إلى ٠,٧٥ على الأراضي المفككة.

ويمكن تحـديـد القـدرة على عمـود الإدارة الخلفي والمقــابلة للقـدرة المطلوبة على ذراع الشد وذلك باختيار معامل الشد ـ والنقل المنـاسب . فإذا كانت كل القدرة اللازمة لتشغيل الآلة أو جزء منها يجب أن تستمد مباشرة من

---

( * ) تعتبر القدرة على محور العجل حوالي ٩٦٪ من القدرة على عمود الإدارة الخلفي .

عمود الإدارة الخلفي فيجب أن يؤخذ في الاعتبار أيضاً القدرة اللازمة لشد هذه الآلة والتي يجب أن تضاف إلى قدرة التشغيل ـ ولمعرفة أقصى قدرة مطلوبة على عمود الإدارة الخلفي أو أقصى حجم للآلة أو سرعة تشغيلها مع جرار معين فإنه يجب أن لا يزيد تحميل الجرار عادة عن ٨٠٪ من أقصى قدرة متاحة على عمود الإدارة الخلفي .

وعلى سبيل المثال ، نفرض أن قوة الشد المطلوبة لمشط قرصي هو ١٨ كيلو نيوتن [٤٠٥٠ رطل] على سرعة ٦,٥ كيلومتر / الساعة [٤ ميل / الساعة] على أرض صلبة غير محروثة وذلك بجرار مزود بمحرك ديزل والقدرة القصوى على عمود الإدارة الخلفي له هي ٦٠ كيلووات [٨٠,٥ حصان]. والمطلوب تحديد متوسط معدل استهلاك الوقود. فمن المعادلة ٢ ـ ٥ يمكن حساب القدرة على ذراع الشد كما يلي :

$$\text{القدرة على ذراع الشد} = \frac{١٨ \times ٦,٥}{٣,٦} = ٣٢,٥ \text{ كيلووات} [٤٣,٦ \text{ حصان}]$$

وبالرجوع إلى العمود الثاني في الجدول ٢ ـ ٣ فإن قيم معامل الشد ـ والنقل على الأرض الصلبة تتراوح بين ٠,٧٢ إلى ٠,٧٥ وذلك في حدود نسب تحميل عمود الإدارة الخلفي من ٤٠ إلى ٨٠٪ وبافتراض قيمة ٠,٧٤ لمعامل الشد والنقل. . إذن تصبح القدرة المطلوبة على عمود الإدارة الخلفي لتعطي ٣٢,٥ كيلووات على ذراع الشد هي ٣٢,٥/٠,٧٤ = ٤٣,٩ كيلووات [٥٨,٩ حصان]. وحيث أن القدرة القصوى على عمود الإدارة الخلفي للجرار هي ٦٠ كيلووات فإن الحمل الحقيقي لهذا الجرار يكون ١٠٠ × ٤٣,٩/ ٦٠ = ٧٣٪ من القدرة القصوى. وبالرجوع إلى العمود الثاني في الجدول ٢ ـ ٢ وأيضاً بالاستكمال بين ٦٠٪، ٨٠٪ لتحميل محرك الديزل نصل إلى معامل تحويل طاقة الوقود يساوي ٢,٤٧ كيلووات ـ ساعة/ لتر

وبالتالي يكون استهلاك الوقود هو ٤٣,٩/٢,٤٧ = ١٧,٨ لتر/ ساعة [٤,٧ جالون/ ساعة ] .

جدول ٢ ـ ٣ معاملات الشد ـ والنقل لجرارات ذات الدفع للعجل الخلفي فقط

| التحميل، نسبة أقصى قدرة متاحة على ع أ خ | معامل الشد ـ والنقل (م ش ن) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | أرض صلبة | | أرض محروثة | | أرض مفككة أو رملية | |
| | ٦,٥ كم / الساعة (٤ ميل /الساعة) | ٨ كم / الساعة (٥ ميل /الساعة) | ٦,٥ كم / الساعة (٤ ميل /الساعة) | ٨ كم / الساعة (٥ ميل /الساعة) | ٦,٥ كم / الساعة (٤ ميل /الساعة) | ٨ كم / الساعة (٥ ميل /الساعة) |
| ٨٠ | ٠,٧٣ | ٠,٧٥ | ٠,٦٠(*) | ٠,٦١ | ** | ** |
| ٧٠ | ٠,٧٥ | ٠,٧٥ | ٠,٦١ | ٠,٦١ | ** | ** |
| ٦٠ | ٠,٧٥ | ٠,٧٤ | ٠,٦١ | ٠,٥٩ | ** | ٠,٥١ |
| ٥٠ | ٠,٧٤ | ٠,٧٢ | ٠,٦٠ | ٠,٥٦ | ٠,٥١(+) | ٠,٥٠ |
| ٤٠ | ٠,٧٢ | ٠,٦٨ | ٠,٥٥ | ٠,٤٩ | ٠,٥٠ | ٠,٤٥ |

( * ) مقدرة من شكل (١) في المرجع (١) وهي لآلات نصف معلقة والوزن الاستاتيكي الواقع على العجل الخلفي هو ٠,٦٢٥ كيلونيوتن لكل كيلووات على (ع. أ. خ) [١٠٥ رطل/حصان].. والقيم المتوسطة لهذه المعاملات والمتحصل عليها من اختبارات نبراسكا للجرارات (بالأوزان والسائق) كانت ٠,٦٦ كيلونيوتن/ كيلووات على ع.أ.خ لجميع الجرارات التي لها أقصى قدرة على ع.أ.خ بين٣٧، ٨٦ كيلووات (٥٠ إلى ١١٥ حصان)، ٠,٥٩ كيلونيوتن/ كيلووات على ع. أ. خ لجميع الجرارات التي لها أقصى قدرة على ع أ خ بين ٨٦، ١٣٦ كيلووات [١١٥ إلى ١٨٢ حصان ] .

(**) انزلاق العجل بشدة (أعلى من ١٨ ٪).

( + ) تحسب الانزلاق بين ١٦ إلى ١٨٪ والقيم للظروف الأخرى والتي في الجدول كانت من ٤٪ إلى ١٥٪ .

ويمكن أيضاً استخدام جدول ٢ ـ ٢ في تقدير متطلبات الوقود للآلات ذاتية الحركة أو للمحركات التي تستخدم على بعض الآلات المقطورة وذلك عند معرفة متطلبات القدرة.

وتحسب التكاليف الكلية للشحوم (زيت المحرك والمرشحات) سواء للجرارات أو الآلات التي لها محركات على أساس ١٥٪ من ثمن الوقود المستخدم.

كما يجب إضافة أي تموينات متنوعة للتشغيل في حسابات التكاليف. فالخيوط والأسلاك لآلة تبييل الدريس هي مثال لتلك التموينات المتنوعة .

**٢ ـ ١٩ التكاليف الكلية لأداء عملية حقلية :**

تقدر التكاليف الكلية عموماً إما لوحدة المساحة أو لوحدة الإنتاج. وتحديد التكلفة الكلية لوحدة العمل تتضمن العوامل التالية :

١ ـ الاستعمال السنوي للآلة، بالساعة، أو المساحة بالهكتار.
٢ ـ السعة الحقلية الفعلية للآلة، بالهكتار في الساعة.
٣ ـ التكاليف الكلية السنوية الثابتة للآلة .
٤ ـ التكاليف الكلية للتشغيل في الساعة (إصلاح، وقود وشحوم للآلة).
٥ ـ تكلفة الساعة أو الهكتار لقدرة الجرار المطلوبة للآلات غير ذاتية الحركة.
٦ ـ تكلفة العمالة في الساعة .

ويجب النظر بعين الاعتبار للفقد الحقلي أو النقص في الجودة الناتجة من تشغيل الآلة في بعض عمليات الحصاد حيث يتأثر مستوى دخل المزارع من هذا النقص. وتتضح أهمية هذا خصوصاً عند مقارنة طريقتين أو أكثر من طرق الحصاد .

ولتقدير التكاليف الكلية السنوية الثابتة، وبطريقة سريعة يمكن الرجوع

إلى الأرقام التالية والمحسوبة لستة معدلات من الاستهلاك بطريقة الخط المستقيم. وقد أخذ معدل الفائدة بمقدار ٩٪ من متوسط الاستثمار، إجمالي نسبة الضرائب والتأمين على أساس ٢٪ من السعر الجديد للآلة .

| العمر الافتراضي سنة | سعر التخلص من الآلة نسبة من السعر الجديد | التكاليف الكلية السنوية الثابتة نسبة من السعر الجديد |
|---|---|---|
| ١٠ | صفر | ١٦,٥ |
| ١٢ | صفر | ١٤,٨ |
| ١٥ | صفر | ١٣,٦ |
| ١٠ | ١٠ | ١٦,٠٠ |
| ١٢ | ١٠ | ١٤,٥ |
| ١٥ | ١٠ | ١٣,٠ |

وتتضمن تكلفة قدرة الجرار نفس العوامل التي نوقشت في حالة الآلات . وتعتمد تكلفة الساعة على معرفة عدد ساعات التشغيل السنوية للجرار فضلاً عن الاستعمال السنوي له مع أي آلة بصفة خاصة. وفي حالة غياب بعض البيانات الخاصة عن الجرار فيمكن استخدام التقريب المبني على معلومات عن التكاليف في عام ١٩٧٦ والتي تفترض ١٢ سنتاً لكل ساعة لكل كيلووات على عمود الإدارة الخلفي(*) [٩ سنتاً لكل حصان. ع . أ. خ]. . وذلك للجرارات ذات دفع العجلتين.

وتحسب تكاليف العمالة على أساس الأسعار السائدة للأجور. وتتناسب تكلفة العمالة لكل هكتار تناسباً عكسياً مع السعة الحقلية للآلة. فاستخدام آلة

( * ) القيم المعلن عنها عادة تكون عند الحد الأقصى لقدرة عمود الإدارة الخلفي ما لم ينص على غير ذلك .

كبيرة على مساحة كبيرة سنوياً يقلل من تكلفة العمالة للهكتار، بينما يزيد من التكلفة الثابتة للآلة لكل هكتار.

**٢ ـ ٢٠ أمثلة لتحديد التكلفة :**

١ ـ آلة ضم ودارس ذاتية الحركة بعرض ٤,٩ م [١٦ قدم] ومحرك ديزل قدرته ٧٠ كيلووات [٩٤ حصان] وتعمل على سرعة ٥ كيلومتر / الساعة [ ٣,١ ميل / الساعة ] وتستعمل لحصاد ٢٠٠ هكتار [٤٩٤ أيكر ] من الحبوب في السنة . وبفرض متوسط قدرة المحرك المطلوبة هي ٦٠ ٪ من أقصى قدرة متاحة .

سعر الآلة الجديدة = ٢٩٠٠٠ دولار، معدل الفائدة على الاستثمار = ٩٪ تكلفة سعر الوقود (ديزل) = ١٠,٥ سنت /لتر [٤٠ سنتاً / جالون] ، أجر العامل = ٣,٥ دولار/ ساعة. احسب التكلفة الكلية لحصاد الهكتار [الأيكر].

في قسم ٢ ـ ١٠ أشير إلى أن الكفاءة الحقلية لآلات الضم والدراس تتراوح بين ٦٥ إلى ٨٠٪ ولنفرض قيمة ٧٠٪ إذن من المعادلة ٢ ـ ١ تكون السعة الحقلية الفعلية = $\frac{٤,٩ \times ٥}{١٠} \times \frac{٧٠}{١٠٠}$ = ١,٧٢ هكتار/ الساعة [ ٤,٢٥ أيكر / ساعة ] .

عدد ساعات التشغيل الكلية في السنة = ٢٠٠ /١,٧٢ = ١١٦ ساعة.

وبالرجوع إلى العمود الثالث في الجدول ٢ ـ ١ تجد أنه باستخدام الآلة ١١٦ ساعة سنوياً فإن الآلة تعتبر مستهلكة على أساس قدم الآلة والمحددة بعشر سنوات، وبفرض نسبة ١٠٪ من السعر الأصلي للآلة كسعر للتخلص منها بعد قدمها فإن جدول ٢ ـ ١٠ يشير إلى أن متوسط تكلفة الإصلاح في الساعة = ٠,٠٢٥٪ من السعر الأصلي. ومن جدول ٢ ـ ٢ فإن معامل تحويل الطاقة لوقود الديزل وعند ٦٠٪ نسبة تحميل هي ٢,٣٦ كيلووات ـ ساعة/لتر.

ومتـوسط القدرة الحقيقيـة المطلوبـة هـو ٧٠ × ٠,٦ = ٤٢ كيلووات [ ٥٦,٣ حصان ] . وبذلك يكون استهلاك الوقود هو ٤٢/٢,٣٦ = ١٧,٨ لتر / ساعة [ ٤,٧ جالون / ساعة ] .

حساب التكلفة الكلية للهكتار (للأيكر) :

- التكلفة الثابتة السنوية :

الاستهلاك = (٢٩٠٠٠ - ٢٩٠٠) / ١٠ = ٢٦١٠,٠٠ دولار .

الفائدة = ٠,٠٩ (٢٩٠٠٠ + ٢٩٠٠) / ٢ = ١٤٣٥,٥٠ دولار .

الضرائب والتأمين والمظلات = ٠,٠٢ × ٢٩٠٠٠ = ٥٨٠,٠٠ دولار

∴ التكلفة الثابتة الكلية في السنة ٤٦٢٥,٥٠ دولار .

- تكلفة ساعة التشغيل :

التكلفة الثابتة = ٤٦٢٥,٥٠ / ١١٦ = ٣٩,٨٨ دولار

الإصـلاح = ٠,٠٢٥ / ١٠٠ × ٢٩٠٠٠ = ٧,٢٥ دولار

الوقود (١٠,٥ سنت / لتر) = ٠,١٠٥ × ١٧,٨ = ١,٨٧ دولار

الشحوم(١٥٪ من تكلفة الوقود)= ٠,١٥ × ١,٨٧ = ٠,٢٨ دولار

العمالة = ٣,٥٠ دولار

∴ التكلفة الكلية / الساعة = ٥٢,٧٨ دولار

ـ التكلفة الكلية لوحدة المساحة

تكلفة الهكتار = ٥٢,٧٨ / ١,٧٢ = ٣٠,٦٩ دولار

تكلفة الأيكر = ٥٢,٧٨ / ٤,٢٥ = ١٢,٤٢ دولار

وفي هذا المثال كان من الممكن حساب التكاليف الثابتة الكلية بتطبيق الأرقام الموضحة في قسم ٢ ـ ١٩ على أساس عمر الآلة ١٠ سنوات وبفرض ١٠٪ من السعر الأصلي كسعر تخلص من الآلة في نهاية المدة.

٢ ـ محراث قلاب مطرحي نصف معلق به ٥ أسلحة، وعرض القطع لكل سلاح ٤٦ سم [ ١٨ بوصة ] ويعمل على سرعة ٦,٥ كيلومتر/ الساعة [٤ ميل/ ساعة] مع جرار بعجل كاوتش محمل إلى ٧٥٪ من أقصى قدرة متاحة. متوسط قوة شد المحراث هي ٢٥ كيلو نيوتن [٥٦٠٠ رطل]. وسعره الأصلي ٤٤٠٠ دولار ومعدل الاستخدام السنوي هو ١٢٥ ساعة. فبفرض ١٠٪ من السعر الأصلي كسعر تخلص من المحراث، ٩٪ معدل للفائدة وأجرة العامل ٣,٥ دولار/ الساعة .

احسب التكلفة الكلية للهكتار [ للأيكر ] .

من جدول ٢ ـ ١ نجد أن المحراث يستهلك بعد عمر قدره ١٥ سنة، وأيضاً من قسم ٢ ـ ١٩ نجد أن التكاليف الثابتة الكلية في السنة هي ١٣٪ من السعر الأصلي . .

وجدول ٢ ـ ١ يوضح أن متوسط تكلفة الإصلاح في الساعة هي ٠,٠٨٪ من السعر الأصلي .

$$\text{عرض الآلة} = ٥ \times \frac{٤٦}{١٠٠} = ٢,٣٠ \text{ متراً}$$

بفرض كفاءة حقلية ٨٥٪ (قسم ٢ ـ ١٠) فبذلك من المعادلة ٢ ـ ١ نجد أن :

$$\text{السعة الحقلية الفعلية} = \frac{٦,٥ \times ٢,٣}{٣,٦} \times \frac{٨٥}{١٠٠} = ١,٢٧ \text{ هكتار/الساعة}$$

[ ٣,١٤ أيكر / الساعة ]

ومتطلبات القدرة الحقيقية على ذراع الشد للقوة ٢٥ كيلونيوتن عند سرعة ٦,٥ كيلو/ الساعة هي : $\frac{٢٥ \times ٦,٥}{٣,٦} = ٤٥,١$ كيلووات [ ٦٠,٥ حصان ]

وحيث أن الحرث دائماً يتم أصلاً على أرض صلبة فإن معامل الشد والنقل يكون ٠,٧٤ عند ٧٥٪ نسبة تحميل (جدول ٢ ـ ٣). وحيث أنه يتم تحميل الجرار عند ٧٥٪ من أقصى قدرة متاحة له. إذن متطلبات القدرة الحقيقية للجرار لشد هذا المحراث بقدرة ٤٥,١ كيلووات على ذراع الشد هي :

$$\frac{٤٥,١}{٠,٧٤ \times ٠,٧٥} = ٨١,٢ \text{ كيلووات (أقصى قدرة على ع أ خ)}$$

ونفرض أن تكلفة القدرة هي ١٢ سنت / ساعة لكل كيلووات متاحاً على ع أ خ (قسم ٢ ـ ١٩)، فتكون تفاصيل حساب التكاليف كما يلي :

ـ التكلفة الثابتة السنوية للمحراث :

إجمالي (١٣٪ من السعر الأصلي) ٠,١٣ × ٤٤٠٠ = ٥٧٢,٠٠ دولار

ـ التكلفة في الساعة :

التكاليف الثابتة للمحراث = ٥٧٢,٠٠ / ١٢٥ = ٤,٥٨ دولار

تكاليف الإصلاح للمحراث = ٠,٠٨ / ١٠٠ × ٤٤٠٠ = ٣,٥٢ دولار

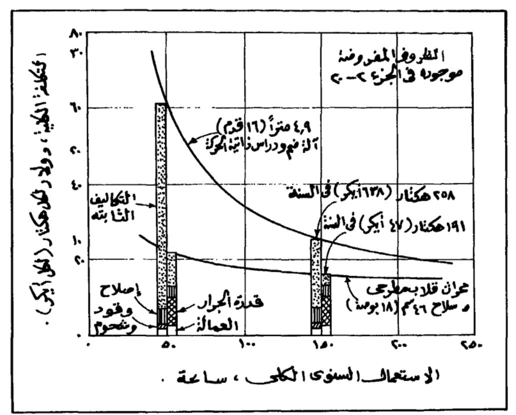
تكاليف قدرة الجرار = ٠,١٢ × ٨١,٢ = ٩,٧٤ دولار
تكاليف العمالة = ٣,٥٠ دولار
التكلفة الكلية في الساعة ٢١,٣٤ دولار

ـ التكاليف الكلية لوحدة المساحة
تكلفة الهكتار = ٢١,٣٤ / ١,٢٧ = ١٦,٨٠ دولار
تكلفة الأيكر = ٢١,٣٤ / ٣,١٤ = ٦,٨٠ دولار

**٢ ـ ٢١ تأثير الاستخدام السنوي على التكاليف :**

يوضح شكل ٢ ـ ١ العلاقة بين التكلفة الكلية للهكتار وعدد الساعات الكلية من الاستخدام السنوي للآلات وذلك لظروف المثالين السابقين. فبالنسبة لآلة الضم والدارس الذاتية الحركة نلاحظ ارتفاع الاستثمار الابتدائي وبالتالي فإن التكاليف الثابتة تمثل جزءاً كبيراً من التكاليف الكلية وذلك حتى بمستوى استخدام قدره ١٥٠ ساعة. وتمنع التكلفة الكلية للهكتار من استخدام هذه الآلة إذا ما قل الاستخدام السنوي لها إلى ٥٠ ساعة (والتي تمثل ٨٦ هكتار في السنة في هذه الحالة) .

ويعتبر المحراث القلاب المطرحي هنا مثالاً لآلة والتي تكون فيها تكلفة قدرة الجرار والعمالة نسبياً كبيرة مقارنة مع علاقتها بالتكاليف الثابتة ـ ومع ذلك نجد أن تكلفة الهكتار تزداد إذا ما قل الاستخدام السنوي إلى ما دون ١٠٠ ساعة .




شكل ٢ ـ ١ العلاقة بين التكلفة المحسوبة للهكتار وعدد ساعات التشغيل السنوي لنوعين من الآلات الحقلية .

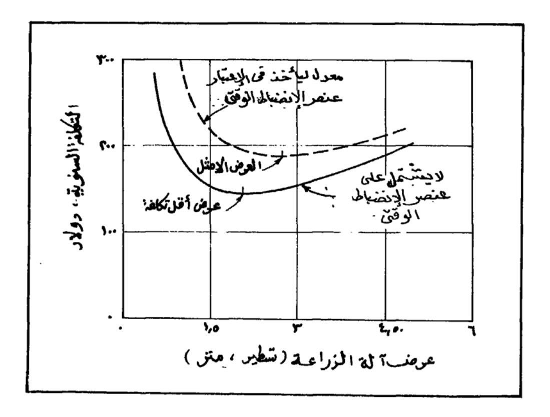
## ٢ ـ ٢٢ تحديد العرض الأمثل للآلة :

إن اختبار العرض الأمثل للآلة يعود في النهاية على المنشأة بتقليل التكلفة الكلية للهكتار لأداء العملية الزراعية ـ فاستخدام آلة بعرض صغير لتغطية مساحة معينة ينتج عنه ارتفاعات في تكلفة الهكتار والناتجة أساساً من الزيادة الكبيرة في العمالة المطلوبة .

ومن ناحية أخرى عند استخدام آلة بعرض كبير لتغطية نفس المساحة فنجد أيضاً ازدياداً في تكلفة الهكتار والناتجة عن الزيادة في التكاليف الثابتة بسبب ارتفاع سعر الآلة الكبيرة .

ويمكن التوصل إلى عرض الآلة الذي يعطي أقل تكلفة للهكتار وذلك

بإجراء سلسلة من الحسابات لقيم مختلفة من عرض الآلة ـ وقد توصل هنت [١٢] ، [١٣] إلى معادلة يمكن استخدامها للتعبير عن التكلفة الكلية السنوية للآلة ، ووحدة القدرة والعمالة بدلالة كل العناصر وتتضمن أيضاً المساحة الكلية وعرض الآلة . ويفترض في هذه المعادلة ثبات كل من المساحة الكلية ، الكفاءة الحقلية ، نسبة التكلفة الثابتة للآلة في السنة ، مقدار التكلفة الثابتة للجرار في الساعة ، وباعتبار أن هذه العوامل أيضاً مستقلة عن عرض الآلة وأن سعر الآلة الجديدة وتكلفة تشغيل الجرار في الساعة تناسب مباشرة مع عرض الآلة . وبإجراء التفاضل فقد توصل إلى معادلة ثانية والتي يمكن منها حساب قيمة عرض الآلة الذي يعطي أقل تكلفة لأية مساحة معطاة .




شكل ٢ ـ ٢ التكلفة السنوية وعلاقتها بعرض آلة تسطير الحبوب لزراعة ٣٢ هكتار في السنة (د. هنت [١٢]) .

ويوضح شكل ٢ ـ ٢ مثالاً لتطبيق معادلة هنت والمبينة بالمنحنى السفلي في هذا الشكل ـ ونجد أن الزيادة السريعة في التكلفة عند استخدام آلات عرضها أقل من العرض الذي يعطي أقل تكلفة يرجع أساساً إلى مقدار الزيادة في العمالة المطلوبة للهكتار وذلك لانخفاض السعة الحقلية ـ كما أن الزيادة في التكلفة عند استخدام آلات عرضها أكبر من عرض تكلفة يرجع أساساً إلى أن التكلفة الثابتة للآلة تزيد بسرعة أكبر من انخفاض مجموع تكلفة العمالة والتكلفة الثابتة للجرار لكل هكتار ـ ويلاحظ أن الجزاء الاقتصادي في اختبار آلة كبيرة جداً أقل منه عند اختبار آلة صغيرة جداً . ويميل الجزء الأيمن من المنحنى المعطى إلى الاستواء أكثر في حالة آلات الحرث .

والآلات الغالية الثمن يكون لها عرضاً يعطي أقل تكلفة أكثر تحديداً مما هو عليه في آلات التسطير (شكل ٢ ـ ٢) وتزداد التكلفة لها بصورة أسرع إذا ما زاد عرضها عن الحد الذي يعطي التكلفة الأقل . وبالتالي يكون لاختيار العرض الصحيح أهمية أكثر عند شراء آلة مكلفة أصلاً عنه عند شراء آلة أقل تكلفة .

وقد يكون للانضباط الوقتي في أداء عملية حقلية قيمة اقتصادية في الحالات التي يقل فيها المحصول أو جودته بسبب طول الوقت الذي يستغرقه أداء العملية الحقلية . فهناك نقص تدريجي في المحصول وجودته لعديد من المحاصيل إذا تأخرت عمليتا الزراعة أو الحصاد عن الوقت أو الفترة المثلى لتأديتهما . وفي حالات أخرى قد تؤدي الظروف الجوية المعاكسة إلى الفقد التام للجزء الذي لم يحصد بعد من المحصول .

وقد توصل هنت[١٢]، [١٣] وباورز [٥] إلى ما يسمى بعوامل التوقيت المنضبط للعديد من العمليات والمحاصيل الزراعية والتي لها نتائج تطبيقية لتجارب حقلية زراعية متوفرة . وتبين هذه العوامل المعدلات التي تنخفض بها

القيمة المحصولية مع وقت أداء بعض العمليات . ويوجد بعض الاختلافات للقيم الموصى بها والتي تعكس الاختلافات في ظروف النمو والبيئة . وقد أضاف هنت حداً آخر إلى المعادلة التي تحسب عرض الآلة والذي يعطي أقل التكاليف لتأخذ في الاعتبار عامل انضباط التوقيت . . . وتأثير وجود هذا العامل في المعادلة هو زيادة إضافية في العرض للحصول على العرض الأمثل للآلة كما هو موضح بالمنحنى العلوي في شكل ٢ ـ ٢ .

**٢ ـ ٢٣ مسببات تملك الآلة :**

لقد وضح من شكل ٢ ـ ١ أن الآلات الغالية الثمن مثل آلة الضم والدراس الذاتية الحركة يكون تملكها غير اقتصادي ، خاصة إذا كانت حيازة المزارع للأرض صغيرة ـ وكما أشير إلى هذا في الباب الأول فإن ذلك يعتبر من أهم مشاكل الميكنة الزراعية ـ ويعتبر التأخير في أداء العمليات الزراعية أو الاشتراك في ملكية الآلات بواسطة عدد من المزارعين طريقتين لزيادة الاستعمال السنوي للآلات وبالتالي تقليل تكاليف الوحدة ـ ولكن في أي من هذه الأنظمة قد يضحي المزارع بعنصر التوقيت المنضبط أو استقلالية جدولة عملياته .

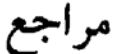
وفي بعض الحالات ، خاصة في المزارع الصغيرة ، يكون المحك هو الاختيار بين العمالة اليدوية وطريقة ميكانيكية أكثر تكلفة . وإذا كان الفرق في التكلفة ليس بالقدر الكبير فإنه يتم تفضيل العمليات الآلية لما لها من تحديد للمشاكل المرتبطة بالحصول على العمالة اليدوية وإدارتها . إن السهولة والحركة والعوامل الأخرى المشابهة يصعب تقديرها ولكن من المؤكد أن لها وزن كبير في الاعتبارات الاقتصادية .

**٢ ـ ٢٤ إدارة الآليات الزراعية :**

كلما ازداد حجم المزارع وازداد معها حجم استثمار الآليات ، كلما دعا

هـذا إلى الاهتمام بـوجود إدارة فعـالة لهـذه الآليات وذلـك لنجاح أيـة منشـأة ـ وتتضمن عملية الإدارة تحديد تكاليف أداء العملية الزراعيـة ، اختيار أحسن عرض تشغيل ونوع الآلة لكل عملية، ملاءمة وحدات الآلات ببعضها في النظام الزراعي الكامل ، وضع برنامج فعال للصيانة ، تحديد العمر الأمثل لاستبدال آلة معينة ، جدولة العمليات الزراعية للاستعمال الأحسن للآليات ، مع اعتبار عوامل أخرى كثيرة . وتزداد أهمية تحليل الحاسب الآلي في عمل بعض أنواع قرارات إدارة الآليات ، ويطبق هذا فعلاً في بعض المنشآت الزراعية الكبيرة . فقد خصصت الجمعية الأمريكية للهنـدسة الـزراعية اجتمـاعاً كـرس خصيصاً «للحـاسب الآلي وإدارة الآليـات الـزراعيـة» والـذي عقـد في ديسمبـر ١٩٦٨ م (٧) .

وفي الحقيقة ، إن الأسباب في جميع جوانب إدارة الآليات الزراعية هي خارج مجال هذا الكتاب ـ والقارىء المهتم بمتابعة أكثر لهـذا الموضـوع عليه الرجوع إلى مراجع أخرى موجودة بقائمة المراجع في نهاية هذا البـاب ، ومن أهمها ما كتب بواسطة بورز (٥) ، هنت (١٢) .

# 

1 - Agricultural machinery management data . Agricultral Engineers Yearbook, 1976, pp. 322 - 329. ASAE, St. Joseph, Mich .

2 - BARNES, K. K. Materials handling in the field. Implement and Tractor, 74 (24) : 50, 73, Oct. 17, 1959.

3 - BARNES, K. K., T. W. CASSELMAN, and D. A. LINK. Field efficiencies of 4 - row and 6 - row equipment. Agr. Eng., 40 : 148 - 150, Mar., 1959.

4 - BARNES, K. K., and P. E. STRICKLER. Management of machines. USDA Yearbook of Agriculture, 1960, pp. 346 - 354.

5 - BOWERS, W. Fundamentals of Machine Operation - Machinery Management . Deere and Company , Moline, III., 1975.

6 - BOWERS, W., and D. R. HUNT. Application of mathematical formulas to repair cost data. Trans. ASAE, 13(6) : 806 - 809, 1970.

7 - Computers and Farm Machinery Management, Conf, Proc., 1968. ASAE, St. Joseph, Mich.

8 - Costs and use, farm machinery. Agricultural Engineers Yearbook, 1963, pp. 227 - 233. ASAE, St. Joseph, Mich.

9 - FAIRBANKS, G. E., G. H. LARSON, and D. S. CHUNG. Cost of using farm machinery. Trans. ASAE, 14(1) : 98 - 101, 197

10 - HUNT, D. A FORTRAN program for selecting farm equipment. Agr. Eng., 48: 332 - 335, June, 1967.

11 - HUNT, D. Equipment reliability : Indiana and Illinois data. Trans. ASAE, 14(4): 742 - 746, 1971. (See also Implement and Tractor, Apr. 7, 14, May 7, 1971).

12 - HUNT, D. Farm Power and Machinery Management, 6th Edition . The lowa State College Press, Ames, lowa, 1973.

13 - HUNT, D. R. Efficient machinery selection. Agr. Eng., 44: 78 - 79, 88, Feb., 1963.

14 - MCKIBBEN, E. G., and P. L. DRESSEL. Over - all performance of series combinations of machines as affected by the reliability of individual units. Agr. Eng., 24: 121 - 122, Apr. 1943.

15 - RENOLL, E. Field machine index use and application . Trans. ASAE, 18 (3): 493 - 496, 1975.

16 - RENOLL, E. S. Row - crop machinery capacity as influenced by field conditions ، Auburn Univ . Agr. Expt. Sta. Bull. 395, Auburn, Ala., 1969.

17 - RENOLL, E. S. Some effects of management on capacity and efficiency of farm machines. Auburn Univ. Agr. Expt . Sta. Circ. 177, Auburn, Ala., 1970.

18 - RENOLL, E. S. A. concept for predicting capacity of row - crop machines. Trans. ASAE, 15(6): 1028 - 1030, 1972.

19 - Uni - System, the New Idea. Farm Machine Des. Eng., 1:25 - 27, Dec., 1967.

## مسائل

٢ ـ ١ محراث قلاب مطرحي له ٤ أبدنة وعرض القطع لكل سلاح ٤١ سم ويعمل على سرعة ٦,٥ كيلومتر / ساعة ـ فإذا كان المحراث يحرث ٨ هكتار في ٩,٥ ساعة وكانت قوة الشد على ذراع الشد ١٥ كيلو نيوتن ـ احسب :

أ ـ الكفاءة الحقلية .

ب ـ القدرة على ذراع الشد .

٢ ـ ٢ في حصاد الحبوب بآلة ضم ودراس ، عرضها ٥ أمتار ، كان متوسط الزمن اللازم لتفريغ الخزان ٨,٥ دقيقة / هكتار . وزمن الدوران والضبط والاستقطاعات المتنوعة يعادل ١٢ ٪ من وقت التشغيل الفعلي . ومتوسط عرض التشغيل الفعلي يقل بمقدار ٠,٣٠ متراً عن عرض الآلة وسرعة التشغيل هي ٤ كيلومتر لكل ساعة .

أ ـ احسب الكفاءة الحقلية .

ب ـ احسب السعة الحقلية الفعلية .

ج ـ احسب الكفاءة الحقلية إذا ما تم تفريغ الخزان باستمرار أثناء عملية الحصاد وبدون زمن ضائع في عملية التفريغ .

٢ ـ ٣ ارسم رسماً بيانياً لتغيير الكفاءة الحقلية مع طول حقل لأطوال تبدأ من ٠,٢ إلى ١,٥ كيلومتراً عند استخدام آلة لزراعة الذرة على ٤ خطوط وبسرعة ٥ كيلومتر/ ساعة أو ٨ كيلومتر/ الساعة. المسافة بين الخطوط ١٠٠ سم ومتوسط زمن الدوران في نهاية الخط هو ١٥ ثانية لكل دورة . والزمن اللازم لملء خزان البذور وبعض الاستقطاعات المتنوعة الأخرى تعادل ٤,٥ دقيقة للهكتار بالإضافة إلى ٧ ٪ من زمن التشغيل الفعلي .

٢ ـ ٤ إذا كان تصرف آلة تقطيع أعلاف حقلية في عربة مقطورة هو بمتوسط قدره ٢٧ ميجا جرام / هكتار عند كفاءة حقلية ٦٥ ٪ عندما لا يوجد انتظار للمقطورات . ومتوسط حمل المقطورة هو ٤,٥ ميجا جرام وتحتاج إلى ١,٥ دقيقة لتغيير المقطورة . . . ويحتاج العامل إلى الانتظار لمقطورة فارغة ويكون التأخير بمتوسط قدره ١,٨ دقيقة لكل حمل . احسب مقدار النقص في إنتاجية هذا العامل نتيجة الانتظام (ميجا جرام / الساعة) وما هي الكفاءة الحقلية ؟

٢ ـ ٥ آلة تسطير الحبوب بعرض ٤ أمتار وتعمل على سرعة ٧ كيلومتر / الساعة مع جرار بعجل كاوتش له قدرة ٣٥ كيلووات على ع. أخ ـ سعر الآلة الجديدة هو ٣٠٠٠ دولار وتكلفة العمالة ٣,٥ دولار / الساعة . احسب الآتي مبيناً أساس الافتراضات التي تتخذها .

أ ـ التكلفة الكلية للهكتار لزراعة ٤٠ هكتار في السنة .
ب ـ تكلفة الهكتار إذا كان الاستعمال السنوي للآلة هو ١٠٠ هكتار .
ج ـ عدد الساعات المطلوبة لزراعة ١٠٠ هكتار .

٢ ـ ٦ لدى أحد المزارعين اختيار لشراء محراث قلاب مطرحي ٤ بدن بعرض قطع ٤١ سنتيمتر لكل سلاح وبسعر ٣٠٠٠ دولار ـ أو آخر ٥ بدن وبعرض قطع ٤٥ سم لكل سلاح وبسعر ٤٢٠٠ دولار ـ افرض أن تكلفة الهكتار

لطاقة الجرار تكون متساوية في الحالتين ـ ومع أي من المحراثين تكون سرعة التشغيل ٦,٥ كيلومتراً / الساعة والكفاءة الحقلية هي ٨٢٪ .

أ ـ إذا كانت تكلفة العمالة هي ٣,٥ دولاراً / الساعة . احسب أقل مساحة يمكن أن تحرث في السنة (هكتار) والتي تبرر شراء المحراث الكبير . (النقطة الحدية) .

ب ـ عدد ساعات التشغيل السنوية لكل محراث عند النقطة الحدية . (أقل عدد ساعات تشغيل) .

جـ ـ كيف يؤثر زيادة تكلفة العمالة على أقل مساحة يجب أن تحرث سنوياً ؟

٢ ـ ٧ آلة للتبييل والربط بالخيط تعمل عن طريق ع أ خ وتسحب بجرار له قدرة قصوى على ع أ خ قدرها ٣٥ كيلووات ـ فإذا كان معدل التبييل (متضمناً الزمن المقصود) هو ٦,٥ ميجا جرام / الساعة والسعر الأصلي للآلة هو ٤٥٠٠ دولار ، ٩٠٠٠ دولار للجرار . بفرض ١٠ ٪ من هذا السعر للتخلص من الآلة أو الجرار . سعر الفائدة ٩ ٪ ـ الاستخدام السنوي للجرار ٨٠٠ ساعة ـ استهلاك الوقود (بنزين) هو ١٥ لتراً / ساعة وبتكلفة ١٢ سنتاً لكل لتر . تكلفة الخيط هي ٨٥ سنتاً / كيلوجرام وأجرة العامل ٣,٥ دولار لكل ساعة . احسب تكلفة التبييل الكلية لكل ميجاجرام عند :

أ ـ ٥٠٠ ميجاجرام /السنة .

ب ـ ١٨٠٠ ميجاجرام / السنة .

٢ ـ ٨ جرار بمحرك بنزين والقدرة القصوى عند ع أ خ هي ٣٥ كيلووات يسحب

آلة تبييل تعمل عن طريق ع أ خ بسرعة ٧ كيلومتر / الساعـة على أرض برسيم ناعمة نسبياً . فإذا كانت متـطلبات تشغيـل آلة التبييـل عن طريق ع أ خ هي ١٢ كيلوات ـ كتلة الآلة ١,٢ ميجاجرام ومتوسط قطر العجل هو ٠,٧٥ متراً . احسب معدل استهلاك الوقود .

# الباب الثالث
# توصيل القدرة الميكانيكية
# ومآخذ القدرة للتشغيل

# الباب الثالث
# توصيل القدرة الميكانيكية ومآخذ القدرة للتشغيل

## ٣ ـ ١ مقدمة :

إن المعلومات المتاحة في هذا الباب تجعل الطالب ملماً ببعض الخواص الميكانيكية لأجزاء توصيل القدرة الدوارة ، والتي تمثل غالبية الأجزاء المستعملة في الآلات الزراعية .

وقد تم التركيز في هذا الباب على الاختلافات بين التطبيقات الزراعية وأنظمة التشغيل الصناعية الأخرى ، مع تعرض بسيط ومناسب لمواضيع عولجت باستفاضة في كتب تصميم الآلات والكتب الهندسية أو في أي مراجع مماثلة .

وخلال دراسة الطالب لمختلف أنواع الآلات الواردة في المقرر فإنه يجب أن يلاحظ ويقيم الاستخدام الخاص لأجزاء التشغيل ونظمها ومكوناتها .

# كراسي التحميل وسدادات الإحكام

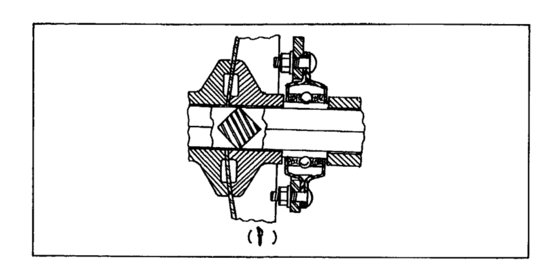
## ٣ ـ ٢ تطبيقات :

تستخدم كراسي التحميل وسدادات الإحكام في الأعمدة الدوارة ومكوناتها ، وأيضاً تستخدم في أنظمة نقل القدرة . . وسوف تتم مناقشة كلا النوعين من التطبيق في الأجزاء القادمة . وعادة ما تعمل كراسي التحميل في الآلات الزراعية وتحت ظروف صعبة محملة وتصبح معرضة لكميات كبيرة من الأتربة والقاذورات . واستنباط الأنواع الملائمة من كراسي التحميل وسدادات الإحكام والتزييت ليلائم هذه الظروف يعتبر عملاً صعباً . ولكن هناك تقدم ملحوظ وكبير في هذا المجال في السنوات الأخيرة .

وقد انتشر استخدام كراسي التحميل المحكمة القفل ذاتية التزييت في جميع آلات الحصاد وفي آلات أخرى كثيرة . . ومع العلم بأن ثمنها مرتفع ، ولكن إذا أخذنا في الاعتبار مقدار التوفير في الصيانة وتكلفة الإصلاح نتيجة استخدامها يمكن القول بأنها رخيصة نسبياً ، وعادة ما يتم تصنيعها بوجود الزيت اللازم للتزييت في داخلها . . وبعض الشركات تجعل فيها بعض الفتحات التي يمكن استخدامها لإضافة الزيت في الحالات التي تتطلب ذلك ، ويقال إن التشحيم على فترات لعدة سنوات يجعل مدة الخدمة تطول بالنسبة لهذه الكراسي والتي يعتقد أن تولد الحرارة العالية وتراكمها فيها هو المسؤول عن

تحلل الشحوم [١١] ، ويمكن حدوث هذه المشكلة ـ أيضاً ـ لو استعمل النوع غير الملائم من الشحوم ، أو حدث تلوث للشحم بالقاذورات في الأجزاء المحكمة القفل على بعضها أو تراكم القاذورات والأتربة في شفة السداد المحكم .

وكراسي المحاور ذات المحاذاة الذاتية للأعمدة المحورية تعتبر مهمة جداً في معظم الآلات الزراعية ، وذلك لمعالجة وتفادي مشاكل المسموحات في تصنيع هذه الأجزاء والانحناء الناتج من الأحمال على العمود المراد تشغيله . ويتم عمل المحاذاة الذاتية بواسطة جلبة من الحديد الزهر موضوعة بغير إحكام في تجويف دائري في لوح ، أو عبارة عن كرسي تحميل له محيط خارجي به جزء من كرة تمسك في وصلة محكمة كما هو موضح في شكل (٣ ـ ١أ) .

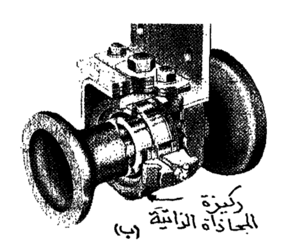



**شكل ٣ ـ ١ تصميم خاص لكراسي تحميل في مشط قرصي ذي ثلاثة شفاه لسداد إحكام وفي وضع محازاة ذاتية .**

**أ ـ كرسي تحميل ذو محيط خارجي كروي مع وصلة تثبيت مجمعة مع كرسي .**

**(Courtesy of New Departure Div. General Motors Corp)**

وهناك طريقة أخرى للمحاذاة الذاتية للكراسي المحورية ، وذلك عن طريق استخدام مرتكز دوراني لدعم مكان الكرسي كما هو موضح في شكل (٣ - ١ب) .




٣ - ١ ب - مرتكز دوراني يثبت لعمل المحاذاة الذاتية وسداد الإحكام منفصل عن كرسي التحميل ولكن بشفاه على الحلقة الداخلية من الكراسي (Courtesy of Deer and Co) .

## ٣ - ٣ كراسي التحميل المستوية :

يعتبر التصميم جيداً إذا توفرت مساحة تلامس مرضية ، وأمكن استبعاد الأتربة وتحقق التزييت الجيد. ويمكن لكرسي التحميل المستوي أن يتحمل أحمال مواجهة إذا صنعت له تضليعات حول المحيط أو زود بحافة ناتئة . وعادة ما يكون كرسي التحميل المستوى على عمود مفتوح وغير مزود بسداد إحكام ، ويتم التزييت بواسطة مسدس تشحيم لدفع الأتربة خارج الكرسي ، ويكون الشحم في حد ذاته هو السداد في نهايتي الكرسي علاوة على عمله كمزيتة . وكرسي التحميل المستوي الذي يحتوي على فراغ للشحوم يحتاج إلى التشحيم يومياً أو مرتين في اليوم لتجنب حدوث تآكل أو احتكاك ، وقد تم الاستغناء عن هذا النوع من كراسي التحميل في التصميم للآليات الجديدة . وفي بعض الحالات يتم تثبيت نظام مركزي للتشحيم وتخرج منه أنابيب إلى كل

كرسي تحميل ، ويتم دفع الشحم في الأنابيب عن طريق طلمبة يدوية مركبة على خزان الشحم .

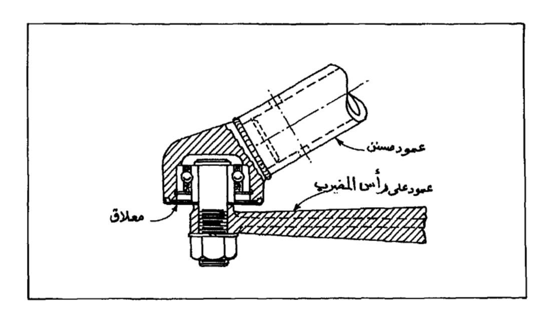
وعادة ما يصنع كرسي المحور من مواد البرونز الملبدة بمادة مشبعة بالزيت أو خشب مشبع بالزيت (عادة يكون خشب الميبل) . وفي بعض الأحيان يستخدم صلب مقصى وزهر أبيض وبلاستيك . وحالياً لا يستعمل الخشب بكثرة ، ولكن هناك استعمال مناسب جداً له ، وهو استخدامه في مرفق الرداخات في آلة الضم والدراس والتي تتطلب كرسي تحميل مقسم لهذا الغرض . وعادة ما يستعمل الصلب المقصى في كراسي التحميل المركبة على أعمدة صلب مقصى أيضاً وفي آليات الحراثة التي تعمل على أحمال عالية [١١] . أما كراسي التحميل البلاستيك فلديها مقاومة عالية للتآكل ، وقد لا تحتاج للتزييت ولكنها تتطلب مسموحات أعلى في الصب . أما الحديد الأبيض الذي يستعمل في الكراسي فهو غير مرتفع الثمن ، وما زال يستعمل في أجزاء كثيرة ، وبالذات في الأمشاط القرصية الصغيرة ، وفي بعض التطبيقات التي تعمل على سرعات منخفضة ، وبالأخص في الكراسي المضادة للاحتكاك . ويصنع الحديد الزهر الأبيض أو المقصى بواسطة التبريد السريع بعد صبه بطريقة معينة من الحديد الزهر الذي يحتوي على نسبة مخفضة من السيلكون . وتكون النتيجة الحصول على معدن صلب جداً ولكن له قابلية عالية للكسر ، ومقاومة عالية للتآكل الذي ينتج عن وجود القاذورات في كرسي التحميل .

### ٣ ـ ٤ الكراسي المقاومة للاحتكاك (الاتصال على كرات) :

تعتبر الكراسي المقاومة للاحتكاك متاحة في العديد من التطبيقات ، وتسمى بالكراسي ذي الكرات والتي يمكن تثبيتها في أي مكان بالآلة ، ويمكن استخدامها في المحازاة الذاتية أو ركن الوسائد أو وحدات الوصلات الناتئة . وعادة ما تستعمل في الآلات الزراعية على العجلات المسننة الوسيطة

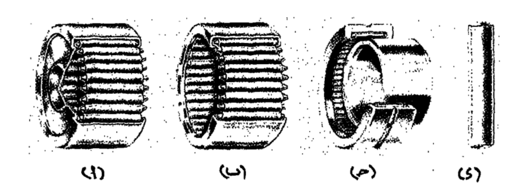
التي تتركب مع كرسي محور ذي كرات مجهزة بسداد محكم . ومعظم كراسي التحميل ذات الكرات مصممة على أن تتحمل الأحمال القطرية ، ويمكن أن تتحمل قدراً لا بأس به من الحمل المحوري ، وبعضها يصمم ليتحمل أحمال محورية أو مجموعة مركبة من الأحمال .

في بعض الحالات يتم تطوير نوع خاص من كراسي التحميل خصيصاً للآلات الزراعية ، ومثال ملحوظ على ذلك هو كرسي التحميل في المشط القرصي (شكل ٣ ـ ١) وكرسي وصلة الربط في آلة تجميع القش ، (شكل ٣ ـ ٢) . وتتعرض كراسي تحميل الأمشاط لأحمال قطرية ومحورية عند سرعات منخفضة ، وتعمل في جو مليء بالأتربة في معظم الأحيان . ولا بد أن تكون عملية المحاذاة الذاتية واستخدام الإحكام الفعال عملية إلزامية . وكراسي تحميل الأمشاط القرصية متاحة بفتحات إما بشكل مربع أو دائري (بعض مسامير القلاووظ للمجاميع القرصية تكون مربعة) .




شكل ٣ ـ ٢ كرسي تحميل على إزميل مصمم خصيصاً على مضرب لآلة تجميع قش . (Courtesy of New Departure Div., General Motors Corp.) .

وكراسي التحميل المستوية لها مقدرة عالية على تحمل الأحمال القطرية ، ولكن ليس لها أي مقدرة على تحمل الأحمال المحورية ، وتعتبر مناسبة جداً في السرعات البسيطة كما في عمود آلة الزراعة في سطور . وهي تعتبر حساسة أكثر من كراسي الكرات من ناحية المحاذاة غير الصحيحة أو الأتربة ورواسب الحصى . وكراسي التحميل ذات الإبر هي صورة من كراسي التحميل ذات الكرات ، ولكنها تستخدم أقصى عدد من الأسطوانات صغيرة القطر بدون وجود مسافات أو حواجز بينها نتيجة لصغر أقطارها ، وتتميز بارتفاع سعتها في تحمل الأحمال وبالأخص عند السرعات البسيطة . فهي تعتبر مناسبة جداً للمحركات الترددية ويمكن تركيبها بدون غلاف داخلي أو حتى بدون أغلفة خارجية أو داخلية (شكل ٣ ـ ٣) .




**شكل ٣ ـ ٣ أنواع شائعة من كراسي التحميل ذات الإبر (أ) و(ب) بغلاف خارجي فقط ، (جـ) كرسي بغلاف داخلي وخارجي (د) أسطوانة ذات نهايات كروية تستخدم في التوصيل (Courtesy of The Torrington Co.) .**

وعندما يعمل العمود على الكرسي ، الذي يعمل كغلاف ، لا بد من تقصيته وتنعيمه وفقاً لمواصفات خاصة مع مسموحات بسيطة . وكما هو في الأنواع الأخرى من الكراسي ذات الأسطوانات . . فإن الكراسي ذات الإبر مثلها حساسة للأتربة وعدم المحاذاة .

وتصمم الكراسي ذات الأسطوانات المستدقة خصيصاً لتحمل الأحمال القطرية والمحورية وسعتها للحمل تعتمد على مدى صغر قطر الأسطوانات . وهذه الكراسي تستعمل في أزواج وفي التركيبات التي تتضمن محاذاة دقيقة كما هو موضح في شكل ٧ ـ ٣ . والضبط المحوري لا بد أن يعمل على الغلاف الداخلي . وتتميز الكراسي ذات الأسطوانات المستدقة بأن لها قدرة تحمل كبيرة للأتربة بخلاف أي نوع آخر من الكراسي المضادة للاحتكاك ولها تطبيقات عديدة في الآلات الزراعية .

**٣ ـ ٥ سعة التحميل للكراسي المضادة للاحتكاك :**

تعمل الشركات المصنعة على نشر جداول تعطي قيم الأحمال التي تتحملها الكراسي بأنواعها المختلفة عند سرعات مختلفة، مع تقدير لمدى عمر التشغيل . ويمكن أن يعاد ضبط هذه المعلومات لتناسب عمر تشغيل آخر كما ذكر بالكتالوج . وعموماً فعمر التشغيل للكراسي المضادة للاحتكاك دالة من عدد دورات الإجهادات وتتغير عكسياً مع الحمل مرفوع للأس الثالث . وتنهار هذه الكراسي عادة من التعب ، ولكن يمكن تقدير عمرها بعدد ساعات الدوران . وعند سرعات منخفضة وأحمال عالية للآلات الزراعية تحسب أبعاد الكرسي بحساب أبعاد عمود الإدارة المطلوب لحمل الأحمال بدلاً من الاعتماد في الحساب على سعة الكرسي .

**٣ ـ ٦ السدادات :**

تتطلب كراسي التحميل المضادة للاحتكاك سدادات محكمة فعالة ، ولكن عندما تكون الأجزاء محكمة على بعضها ولم يحدث لها تآكل ، فإنها تعطي نتائج جيدة بسبب القفل المحكم مقارنة بكراسي التحميل المستوية . . . وتتأثر السدادات عادة بالحافة المسننة للشفة القابضة على العمود المدار أو السطح المدار بواسطة الخاصية المطاطية أو الزنبركية الموجودة بها ( قابض

طوقي ) . وتصنع السدادات عموماً من المطاط الصناعي المخلوط أو الجلد[١٦] . وقد يحدث انهيار في السدادات المصنوعة من المطاط الصناعي نتيجة لتركيبات معينة من الزيوت .

وقد تحتوي كراسي التحميل أثناء عملية تصنيعها على سدادات كجزء من تركيبها وتجميعها كما في شكل ٣ ـ ١ أو ٣ ـ ٢ . والتركيبة الموضحة في شكل ٣ ـ ١ ب تحتوي على سدادات منفصلة ، ولكن الشفاه تنزلق على السطح الأملس لغلاف الكرسي . والسدادات الموضحة في شكل ٣ ـ ١ لها شفاه ثلاثية مصنوعة خصيصاً للخدمة في أجواء محملة بكميات كبيرة من الأتربة ، كما في حالة الأمشاط القرصية . وسدادات كراسي التحميل المصممة لعمر خدمة أقل تصنع من شفاه أحادية فقط .

لاحظ أن كرسي التحميل المجمع الموجود في شكل ٣ ـ ٢ له حافة ناتئة خارجية أو انحناء يدور مع الصرة ويحمي شفة السداد من القش الذي قد يلتف حول الإزميل المحوري للوصلة .

# السيور القائدة ـ شكل ـ V

### ٣ ـ ٧ تطبيقات :

تستخدم السيور القائدة والتي على شكل حرف V في تطبيقات كثيرة في الآلات الزراعية التي لا تتطلب الاحتفاظ بنسبة تخفيض ثابتة للسرعات . ويعمل السير V كوسادة لامتصاص الأحمال ، ولا يتطلب تزييت ، وهو أقل تأثراً بعدم المحازاة عن أي وسيلة أخرى لنقل الطاقة . ويمكن أن يعمل على سرعات مرتفعة قد تصل إلى ٣٣ متراً / ثانية [ ٦٥٠٠ قدم / دقيقة ] مع العلم بأن السرعات في الآلات الزراعية لا تزيد في معظم الأحوال عن ١٥ متراً / ثانية [ ٣٠٠٠ قدم / دقيقة ] . وتعتبر السيور التي على شكل V غير مناسبة للأحمال المرتفعة عند السرعات المنخفضة .

وقد تستعمل السيور V مفردة أو في مجموعات متشابهة ، ويعتبر السير المفرد أكثر شيوعاً في الآلات الزراعية . . . وتستعمل سيور V المتعددة في حالة نقل قدرة عالية أو أحمال مترددة ، ولكنها تعطي حالة من عدم الاتزان . والسيور الموصلة تتكون من مجموعة من سيور V العادية وعددها اثنين أو أكثر مرتبطة مع بعضها برباط رفيع لتوصيل قمم السيور. وهذا الربط للمجدولات مع بعضها يقلل من تحرك السير على الجوانب ويساعد في تحسين توزيع الأحمال بين السيور .

ونتيجة لوجود الحواف في السيور التي هي على شكل حرف V والتي تدخل في تجاويف على البكرات فإن هذا النوع من السيور يسمح بنقل قدراً أعلى من القدرة مقارناً بالسيور المسطحة ، وكذلك يمكن أن يعمل السير على بكرات ذي نصف قطر تقوس بسيط نسبياً ، ويمكن لسير مفرد من هذا النوع أن ينقل القدرة إلى مجموعة من المكونات المتصلة مع بعضها في آلة معينة تسمى (السربنتينة) . . والعمل بالسيور يسمح بتوفير ارتفاع واتجاه مختلفين بين أماكن نقل القدرة وكذلك في أوضاع مختلفة للعمود القائد .

ومن الممكن تهيئة هذه السيور لكي تعمل في تصميم ذي قابض للحركة ، وذلك يتطلب اتصال محكم بين السير والطارات بواسطة طارة ضغط تحافظ على اتجاه السير وتقوم بتحريكه بعيداً عن القائد عندما يخف الضغط عليها . وتحت ظروف معينة يمكن قيادة طارة كبيرة مسطحة بواسطة سير V وعن طريق بكرة صغيرة *

* في هذا الباب «طارة» تعني عجلة ذات وجه مسطح أملس ، بكرة هي طارة تحوي تجاويف على سطحها للسيور التي على شكل V .

**جدول ٣ ـ ١ : أبعاد القطاعات المستعرضة للسيور التي على شكل حرف V وكذلك زوايا تجاويف البكرات والفروق بين القطر الخارجي المؤثر للبكرات وقطر الخطوة(*).**

| النوع | شكل مقطع السير | عرض السير العام | | عمق السير العام | | زاوية تجويف البكرة درجات(+) | القطر الخارجي المؤثر مطروحاً من قطر الخطوة للتجويف القياسي للبكرة | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ملليمتر | بوصة | ملليمتر | بوصة | | ملليمتر | بوصة |
| سير V عادي | HA | ١٢,٧ | ٠,٥ | ٧,٩ | ٠,٣١ | ٣٨ - ٣٠ | ٦,٣٥ | ٠,٢٥ |
| | HB | ١٦,٧ | ٠,٦٦ | ١٠,٣ | ٠,٤١ | ٣٨ - ٣٠ | ٨,٨٩ | ٠,٣٥ |
| | HC | ٢٢,٢ | ٠,٨٨ | ١٣,٥ | ٠,٥٣ | ٣٨ - ٣٠ | ١٠,١٦ | ٠,٤٠ |
| | HD | ٣١,٨ | ١,٢٥ | ١٩,٠ | ٠,٧٥ | ٣٨ - ٣٠ | ١٥,٢٤ | ٠,٦٠ |
| | HE | ٣٨,١ | ١,٥ | ٢٣,٠ | ٠,٩١ | ٣٨ - ٣٢ | ٢٠,٣٢ | ٠,٨٠ |
| سير V زوجي | HAA | ١٢,٧ | ٠,٥٠ | ١٠,٣ | ٠,٤١ | ٣٨ - ٣٠ | ٦,٣٥ | ٠,٢٥ |
| | HBB | ١٦,٧ | ٠,٦٦ | ١٣,٥ | ٠,٥٣ | ٣٨ - ٣٠ | ٨,٨٩ | ٠,٣٥ |
| | HCC | ٢٢,٢ | ٠,٨٨ | ١٧,٥ | ٠,٦٩ | ٣٨ - ٣٠ | ١٠,١٦ | ٠,٤٠ |
| | HDD | ٣١,٨ | ١,٢٥ | ٢٥,٤ | ١,٠٠ | ٣٨ - ٣٠ | ١٥,٢٤ | ٠,٦٠ |
| سير V ذو سرعات يمكن ضبطها | HI | ٢٥,٤ | ١,٠٠ | ١٢,٧ | ٠,٥٠ | ٢٦ | ٧,٦ | ٠,٣٠ |
| | HJ | ٣١,٨ | ١,٢٥ | ١٥,٠ | ٠,٥٩ | ٢٦ | ٩,٤ | ٠,٣٧ |
| | HK | ٣٨,١ | ١,٥٠ | ١٧,٥ | ٠,٦٩ | ٢٦ | ١١,٤ | ٠,٤٥ |
| | HL | ٤٤,٤ | ١,٧٥ | ١٩,٨ | ٠,٧٨ | ٢٦ | ١٣,٢ | ٠,٥٢ |
| | HM | ٥٠,٨ | ٢,٠٠ | ٢٢,٠ | ٠,٨٨ | ٢٦ | ١٥,٢ | ٠,٦٠ |

(*) مواصفات قياسية من ASAE رقم S211.3.2 .

(+) تزيد زاوية تجويف البكرات للسير V بزيادة القطر وذلك للسير المفرد والمزدوج.

### ٣ ـ ٨ أنواع السيور V ومواصفاتها القياسية :

توجد ثلاثة أنواع من السيور V المستخدمة في الآلات الزراعية وتعرف باسم سيور V الزراعية، وسيور V الزوجية الزراعية والسيور التي يمكن التحكم في سرعتها ـ وهذه الأنواع موضحة في جدول ٣ ـ ١ . والسيور المربطة المصنعة من سيور V الزراعية تستخدم ـ أيضاً ـ في العديد من الأغراض. والسيور V الزراعية الفردية أو الزوجية يمكن تمييزها عن السيور الصناعية التي لها نفس مساحة المقطع وذلك بوضع الحرف ـ H .

وتتشابه مساحات مقطع السيور V الزراعية مع مثيلتها الصناعية ولكن التركيب يختلف نتيجة لاختلاف نوعية الاستعمال. وتكون سيور V الزراعية معرضة لأحمال مفاجئة كبيرة وكذلك أحمال مترددة كبيرة وظروف صعبة أخرى ، بينما تكون السيور الصناعية أحسن حالاً، ويتوقع أن تتحمل العمل لعدة سنوات من الشغل المتواصل . أما السيور المستخدمة في الآلات الزراعية فيتوقع أن يكون عمرها من ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ ساعة . وكذلك سيور V الزراعية تتعرض لأحمال أعلى من مثيلتها الصناعية .

وسير V الزوجي يستخدم في السربنتينات المقادة عندما يكون اتجاه دوران عمود واحد أو أكثر معكوس الحركة، وبالتالي تنقل القدرة عن طريق تجاويف البكرات من الناحية الداخلية والناحية الخارجية للسير. والسير ذو السرعة المتحكم فيها سوف يناقش في الجزء ٣ ـ ١٢ .

وقد وضعت الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين ASAE المواصفات القياسية لهذه السيور V[٢]. وهذه المواصفات القياسية تغطي أبعاد القطاعات (جدول ٣ ـ ١)، والطول العام للسير، وأبعاد مواصفات التجاويف، وأقل أبعاد لطارات الشد ، وطريقة حساب طول السير ، وكذلك تركيب ومسموحات شد السيور ، والسيور الملتوية ومواصفات قياس السيور . .

وهذه المواصفات الموضوعة بجمعية ASAE تشبه المواصفات التي وضعتها جمعية RMA* لتصنيع المطاط لسيور V الصناعية. وهناك فروق بسيطة في أبعاد التجاويف وأطوال السيور المتاحة . وتنص المواصفات القياسية لجمعية RMA على طول الخطوة للسيور، بينما في جمعية ASAE تنص على الطول الخارجي الفعال. وجمعية RMA تنص خصيصاً في مواصفاتها القياسية على نوعين من البكرات القائدة، ويشمل ذلك أيضاً معادلة وجدول لقدرات مختلفة. والمواصفات القياسية لجمعية ASAE تغطي مجالاً واسعاً من التطبيقات، ولا تشمل مجالات القدرات المنقولة. ففي تصميم الآلات الزراعية فإن الحمل المسموح به يعتمد على عدد ساعات التشغيل الفعلية لعمل معين .

### ٣ ـ ٩ ميكانيكية السيور V القائدة :

تنقل القدرة بواسطة السيور V بواسطة الفرق في قوى الشد بين نقطة دخول السير على البكرة ونقطة تركه لها ، وهذا الشد يتولد نتيجة للاحتكاك بين السطح الداخلي للسير وسطح تجاويف البكرات. وتأتي أهمية ميول حواف التجاويف للبكرات عندما يزداد الشد على السير، حينئذ يمكن أن يقوم السير بتوصيل مقدار أكبر من القوى المستخدمة في الإدارة .

وعندما ينثني السير على تقوس البكرات تكون الألياف الخارجية للسير معرضة للشد والداخلية معرضة لضغط . ويحدد موضع المحاور الطبيعية للسير التي تعطي قطر الخطوة في البكرات بواسطة تعيين موضع الخيط الحامل للحمل في مقطع السير. وجدول ٣ ـ ١ يوضح الفرق بين القطر الفعال للبكرات وقطر الخطوة. وقطر الخطوة يختلف عن القطر الخارجي، ويستعمل دائماً في حساب نسبة السرعات وسرعة السير . ويمكن من المعادلة التالية حساب الفرق في قوى الشد، أي الشد المؤثر، المطلوب لنقل حمل معين عند كل بكرة قائدة حسب المعادلة التالية :

( * ) جمعية مصنعي المطاط Rubber Manufacturers Association (RMA) .

$$T_t - T_s = 1000 \frac{KW}{V} \qquad (٣ - ١)$$

$$\left[ T_t - T_s = \frac{33,000 \times hp}{V} \right]$$

حيث أن :

$T_t$ = القوة في الجانب المشدود بالنيوتن [ رطل قوة ] .

$T_s$ = القوة في الجانب المرتخي بالنيوتن [ رطل قوة ] .

KW = القدرة المنقولة بالكيلووات [ حصان ميكانيكي ] .

V = سرعة السير بالمتر / ثانية [ قدم / دقيقة ] .

$T_t - T_s$= الشد المؤثر بالنيوتن [ رطل قوة ] .

وعند التصميم، عادة، يحسب الشد على أساس حمل القدرة الأكبر من الحمل المتوسط المطلوب نقله، وبالتالي السماح لحمل مؤثر كبير أو أحمال متذبذبة. والقدرة التصميمية لكل عجلة مقادة في نظام عادي تحسب بضرب القدرة الحقيقية بمعامل خدمة. والقيم المقترحة لمعامل الخدمة في الآليات الزراعية موجودة في المرجع رقم ٦، وتتراوح عادة من ١,٢ إلى ١,٥ .

### ٣ ـ ١٠ نسبة الشد

لو كانت النسبة بين قوة الشد في الجهة المشدودة من السير إلى قوى الشد في الجهة المرتخية مرتفعة جداً فسوف يكون انزلاق السير على الطارات كبيراً جداً . ويجب ألاَّ يتعدى انزلاق السير عن ١ إلى ٢٪. ولو كانت النسبة أصغر مما هو مطلوب ، فإنه لا بد من تواجد قوى شد غير ضرورية في التشغيل لتوليد شد فعال، وبالتالي تخفيض عمر السير. وأقصى نسبة شد مسموح بها هي [١٠] :

$$R_a = \frac{T_t}{T_s} = e^{k\theta} \qquad (٣ - ٢)$$

حيث أن :

e = أساس اللوغاريتم الطبيعي = ٢,٧١٨٣

Θ = قوس الاتصال بالتقدير الدائري = درجات × $\frac{\pi}{١٨٠}$

k = معامل يعكس الاحتكاك وتأثير الحواف عند التلامس بين السير وتجاويف البكرة أو الطارة.

ويمكن افتراض قيمة لنسبة الشد بحوالي $R_{a\pi} = 5$ (نسبة الشد المسموح بها في قوس تلامس يعادل ١٨٠°) في تصميم السير V الموضوع في تجويف V[٦].. وهذا يعطي قيمة للمعامل $K = 0.512$. ويمكن السماح بنسبة شد أعلى إذا كان هناك شد أوتوماتيكي متوفر في نقل القدرة. وفي سير V على طارة مسطحة تكون نسبة الشد $R_{a\pi} = 2.5$ وهي تمثل قيمة مرضية $(K = 0.292)$.

وعندما يكون قوس الالتماس أقل من ١٨٠° تكون نسبة الشد المسموح بها أقل، ويعبر عنها بالمعادلة (٣ ـ ٢) وبالتالي يتطلب قيما مرتفعة لـ $T_t$ و $T_s$ لقيم معينة للشد والقدرة. مثال على ذلك : لو كان الشد الفعال يعادل ٣٦٠ نيوتن (وهو المطلوب للقدرة المصممة) تكون قيم $T_t$ و $T_s$ هي ٤٥٠ نيوتن و ٩٠ نيوتن على التوالي ، إذا كان قوس الالتماس في تجاويف البكرات ١٨٠° $(R_{a\pi} = 5)$. ولكن إذا كان قوس الالتماس ١٢٠°، وأقصى نسبة شد مسموح بها هي ٢,٩ فهذا يتطلب قوى شد تعادل ٥٤٩ و ١٨٩ نيوتن.. وعادة ما تستخدم طارات شدادة لعمل شد فعال، وفي نفس الوقت لزيادة قوس الالتماس على البكرات المحملة .

وفي حالة البكرة القائدة المزدوجة ذات التجويفين وبدون طارة شدادة،

تعتبر البكرة الأصغر هي الحرجة، فيما يختص بنسبة الشد (الانـزلاق) لأن لها أقل قوس تماس . وفي سير V - المسطح ، والمزدوج الـطارات وبدون طـارة شدادة، فأنـه يكـون للبكرة الطاردة المسطحة نفس أقصى نسب شد مسموح بها عنـدمـا يكـون قـوس التـلامس حـوالى ١٣٠° في البكـرة و ٢٣٠° في الـطارة المسطحة . عندما يكون المحور القـائد محتـوياً على أكثـر من بكرة أو طـارة مقادة ، فلا بد أن يقدر الشد بطريقة تراكمية . ولا بدَّ أن يكون الشد مضبـوطاً بحيث لا يكون هناك عجلة عليها نسبة شد أعلى من القيمة المسموح بها . وفي مجموعة نقل الحركة المتعددة العجلات ، يكون المحور القائد عادة أكثر قابلية للانزلاق .

### ٣ ـ ١١ الاجهادات وعمر التشغيل :

تنتج الاجهادات في سير V القائد من الشد المؤثر المطلوب عند تحميل القـدرة، ومن الجانب الأقـل شـداً في السيـر وهـو مـطلوب لمنـع الانـزلاق، والانحناء حول كل عجلة، وكذلك قوة الـطرد المركـزي المؤثرة على السيـر. والشد الناتج عن الانحناء $T_b$ في الألياف الخارجية للسير لمساحة مقطع معينة تتناسب عكسياً مع قطر العجلة. ويمكن التعبير عن الشد الذي يرجـع إلى قوة الطرد المركزي من المعادلة[١٠] .

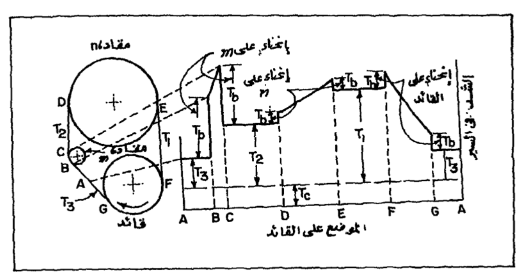
$$T_c = {}_w V^2$$

$$[\ T_c = 8.63 \times 10^{-6}\,{}_w V^2\ ] \qquad (٣ - ٣)$$

حيث :

$T_c$ = قوة الطرد المركزي بالنيوتن [ رطل قوة ]

ω = كتلة السير بالكيلو جرام لكل متر طولي [ رطل لكل قدم طولي]




شكل ٣ ـ ٤ الشد على سير بالنسبة إلى وضعه على ثلاثة بكرات قائدة.
(Gates Rubber Co.[2])

ويوضح الشكل ٣ ـ ٤ الشد على سير في جهاز نقل حركة ذي ثلاثة بكرات . $T_3$ تمثل الشد في الجانب المرتخي ، والفروق $T_2 - T_3$ ، $T_1 - T_2$ ، تمثل الشد المطلوب لنقل القدرة. لاحظ أن هناك نهاية عظمى واحدة للشد عند كل عجلة . ولقد تحدد عن طريق التجارب ووجد أن الانهيار يحدث في السير نتيجة للإجهاد والتعب الذي يحدث بتكرار أعلى قيمة للشد ، ويمكن تقدير متوسط عمر التعب لسير إذا علم مقدار الحمل بالضبط أو أمكن تقديره .

وقد استحدثت شركة جيتس للمطاط (Gates Rubber Co.) طريقة لحساب وتقدير عمر الخدمة لسيور – V وهي تعتمد على العوامل التالية :

١ ـ عدد العجلات على القائد.

٢ ـ القدرة التصميمية على كل عجلة (مع اعتبار معامل خدمة مناسب لكل عجلة مقادة).

٣ ـ سرعة السير .

٤ ـ قوس التلامس لكل عجلة .

٥ ـ ترتيب العجلات المحملة وطارات الشد على المحور القائد.
٦ ـ قطر الخطوة لكل عجلة .
٧ ـ خصائص إجهاد التعب وأبعاد مقطع السير لنوع معين ومقطع السير موضع الاعتبار.
٨ ـ طول السير.

وهذه الطريقة تم شرحها بالتفصيل في المرجع رقم ٦ الذي يحتوي على تفاصيل أخرى تدخل في تفاصيل تصميم السير – V القائد(*) . وكتيب شركة جيتس (Gates) يحتوي على بعض التوصيات بتصميمات معينة وعمر السيور على أجزاء مختلفة ومكونات من الآليات الزراعية. وأعطى آدم[١] تصميماً بطريقة تشابه الطريقة التي عرضت بواسطة جيتس .

ونظام جيتس (Gates) يعتمد على تحديد معدل التعب (تحسب من معادلات تجريبية أو نيموجراف)[٦] المناظر لأعلى قيمة للشد عند كل عجلة وعند سرعة معينة. ووحدات معدل التعب هي ملليمتر (بوصة) من طول السير لكل ١٠٠ ساعة من العمر، ومعدل الاجهاد للعجلات المنفردة يضاف إلى بعضها للحصول على معدل التعب الكلي لمقاس خاص ونوع السير موضع الإعتبار للتشغيل. ويحسب متوسط عمر الخدمة لسير عند سرعة معينة من المعادلة :

$$\text{العمر بالساعات} = \frac{\text{(طول السير، بالملليلتر [بالبوصة])} \times 100}{\text{معدل التعب الكلي}} \qquad (٣ - ٤)$$

وعند شد معين للجانب المشدود في سير، وقطر خطوة معين، تؤدي

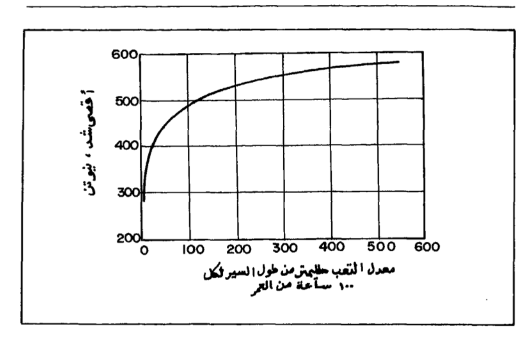
( * ) في عام ١٩٧٧ قامت شركة Gates Rubber Co. بتوزيع كتاب التصميم[٦] مجاناً على الأساتذة والطلاب .

زيادة سرعة السير إلى زيادة مناظر في معدل التعب، وذلك نظراً لأن تردد دورات الاجهادات يكون مرتفعاً وأيضاً لزيادة قوة الشد الناتجة من قوة الطرد المركزي عند السرعات العالية (القدرة المنقولة تزيد أيضاً) .

وتحدد علاقة معدل التعب بالشد والسرعة لكل نوع من أنواع السيور وكل مقطع عن طريق تجارب معملية تجري فيها اختبارات التحمل التي على أساسها تتحدد ثوابت تدخل في معادلات عامة . . ويوضح شكل (٣ ـ ٥) منحنى نمطي لسرعة واحدة. ومنحنى الشد ـ ومعدل التعب وهو عبارة عن مقلوب منحنى S - N (دورات التعب مع الإجهادات).

وفي تصميم مجموعة نقل الحركة، يؤثر ترتيب البكرات أو الطارات على القيم العالية للشد، وبالتالي على مدة الخدمة. . وفي حالة البكرات المتعددة فيمكن ترتيبها بحيث يترك السير البكرة القادئدة ويصل إلى البكرات المقادة ، بغرض زيادة القدرة المطلوبة، فإنه يمكن تقليل قيم الشد القصوى التي يمكن أن تقع على البكرات ذات القدرة المنخفضة إلى أقل حد ممكن. وفي حالات خاصة وعند أقطار صغيرة للبكرات يمكن أن يكون هناك شد أصغر في بحر السير، وذلك لتفادي تجميع قوى زائدة في الجانب الأعلى في الشد وكذلك الشد المرتفع الناتج عن الانحناء . وتستخدم الطارات الشدادة في بحر السير عند الجانب الأقل في الشد .

وزيادة قطر البكرة في مجموعة قيادة معينة ـ لو أمكن ـ ينتج عنه تخفيض في إجهاد الانحناء والشد المؤثر المطلوب، وربما يسمح باستخدام سير له مقطع أقل . ونادراً ما تكون قوة الطرد المركزي هي العامل المحدد في تصميم السير للمعدات الزراعية عند سرعات تشغيلها.



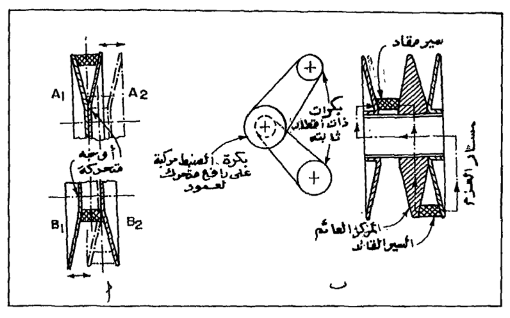

**شكل ٣ ـ ٥ علاقة نمطية بين الشد ومعدل التعب لسير – V مفرد له مقطع وجودة معينة عند سرعة واحدة (Gates Rubber Co.[2])**

### ٣ ـ ١٢ سير – V القائد ذو السرعات المتغيرة :

في سير – V ، الذي يمكن التحكم في خطوته ، تكون للبكرات المقدرة على التحرك بوجه واحد محورياً بالنسبة للبكرات الأخرى على نفس العمود، وبالتالي تغير نصف القطر الذي يعمل عليه السير . وبعض البكرات ذات الخطوة المتحكم فيها يمكن تغييرها فقط في حالة التوقف ، ولكن هناك أخريات يمكن تغييرها في أثناء تحركها (شكل ٣ ـ ٦) . في هذا الكتاب «مجموعة التشغيل ذو السرعات المتغيرة » تعني مسموحية لتغير نسبة السرعات في كل المجالات المتحكم فيها ، بينما المجموعة مستمرة في التشغيل وعند التحميل أيضاً .

وقد استعمل السير ـ V المتعدد السرعات على نطاق واسع في أنظمة دفع آلة الضم والدراس وبصورة أقل في الآلة الأخرى ذاتية الحركة ، بالرغم من أن النظم الهيدروستاتيكية أصبحت ذات شعبية متزايدة لهذه الأنواع من

التطبيقات. وفي أسطوانة آلة الدراس ومضارب جهاز الحصد قد يستخدم أحياناً السير – V القائد المتعدد السرعات . وتشغيل إسطوانات الدراس يمثل ظروفاً صعبة وذلك لأن متوسط متطلبات القدرة تكون عالية عند سرعات سير منخفضة نسبياً والتحميل الزائد اللحظي الناتج من تكتلات المواد أمام الأسطوانات .




شكل ٣ ـ ٦

**أ ـ مجموعة من البكرات على محور ثابت، ويمكن التحكم في قطر الخطوة .**

**ب ـ التحكم في قطر الخطوة لبكرات زوجية مع مركز عائم . (E. G. Kimmich and W. Q. Roesler[10] ) .**

وتكون السيور المصممة خصيصاً للعمل على السرعات المتغيرة أعرض من السيور ـ V العادية وذلك بالنسبة لسمك كل منها . وهذه الزيادة في العرض مطلوبة على مجال معقول من نسبة السرعات، بالإضافة إلى زيادة سعة التحميل. وتستخدم السيور ذات السمك الصغير نسبياً لصغر أقطار التشغيل في هذا النوع من الإدارة وأيضاً لأن السمك يطرح من الحركة الكلية للداخل وللخارج للسير لعمق معين من وجه البكرة .

وفي البكرات ذات السرعة القابلة للضبط والسيور ـ V(*) التي تستخدم حسب المواصفات القياسية لـ ASAE (جدول ٣ ـ ١، ٣ ـ ٢) فإنه يمكن التحصل على نسبة قصوى لمجال السرعات بين ١,٧٥ لسير HI إلى ١,٩ لسير HM عند استعمال أصغر قطر مسموح به لبكرة يمكن ضبط الخطوة فيها مع بكرة ذات قطر ثابت(+) .

ويتناسب مجال السرعة لسير معين عكسياً مع قطر البكرة، حيث أنه يتحدد أكبر تغير في قطر الخطوة بزاوية التجويف ٢٦° وعرض قمة السير، كما في شكل (٣ ـ ٦ أ).

جدول ٣ ـ ٢ : قطر البكرات ذات السرعات القابلة للضبط حسب المواصفات القياسية لجمعية الهندسة الزراعية الأمريكية (*ASAE)

| مقطع السير | التوصيات بأقل قطر خارجي | | أقصى قطر خطوة مع أقل قطرة خارجي | | أقصى تغير لقطر السير | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ملليمتر | بوصة | ملليمتر | بوصة | ملليمتر | بوصة |
| HI | ١٧٧,٨ | ٧,٠٠ | ١٧٠,٢ | ٦,٧٠ | ٧٢,١ | ٢,٨٤ |
| HJ | ٢٢٢,٢ | ٨,٧٥ | ٢١٢,٨ | ٨,٣٨ | ٩٤,٧ | ٣,٧٣ |
| HK | ٢٦٦,٧ | ١٠,٥٠ | ٢٥٥,٣ | ١٠,٠٥ | ١١٧,٣ | ٤,٦٢ |
| HL | ٣١١,٢ | ١٢,٢٥ | ٢٩٨,٠ | ١١,٧٣ | ١٤٠,٢ | ٥,٥٢ |
| HM | ٣٥٥,٦ | ١٤,٠٠ | ٣٤٠,٤ | ١٣,٤٠ | ١٦٢,٨ | ٦,٤١ |

( * ) مواصفات جمعية ASAE رقمS211.3(٢).

( * ) « سرعة قابلة للضبط » تستعمل لتعريف البكرات والسيور المتغيرة السرعات والتي تتبع المواصفات القياسية لـS211:3 وبالرغم من أن هذه المواصفات تشير إلى مجاميع نقل الحركة ذات السرعة المتغيرة ، فإن مصطلح « مجموعة نقل الحركة المتغير السرعة » شائع الاستخدام بالنسبة للآلات الزراعية .

( + ) أقصى نسبة سرعة قبل المراجعة للمواصفات القياسية لـ ASAE والتي تمت عام ١٩٦٨ م كانت تتراوح من ١,٩٩ إلى ٢,٠٦ .

ونتيجة لتحرك السير محورياً بتغير موضعه القطري على الوجه الثابت للبكرة، فإن السير يكون في وضع محازاة واحد ولنسبة واحدة للسرعة عند استعمال بكرة ذات قابلية لضبط خطوتها مع بكرة ثابتة القطر . . ووضع المحازاة الصحيح يكون عند نقطة متوسطة في مجال التحرك. وفي ذلك النوع من التركيبات يمكن ضبط السرعة عن طريق :
أ ـ قوة محورية ناتجة من ياي على البكرة ذات الخطوة القابلة للتحكم وتحريك الطارة الشدادة فيها . ب ـ وجود طارة شدادة تحمل بواسطة ياي ، ويتم تحريك وجه البكرة القابل للحركة بواسطة روافع ميكانيكية . جـ ـ عمل قوة يايية محورية لتغيير وضع مركز العمود .

ومجال السرعة لمجموعة مركبة من اثنين من البكرات ذات الخطوات القابلة للضبط هو حاصل ضرب قيم المجالات الفردية للبكرتين. وعندما يكون لكلا البكرتين قطر أدنى موصى به فإن أقصى نسبة سرعة تتغير من ٣ في نوع سيور HI إلى ٣,٧ لسيور HM. وأكثر الأنواع انتشاراً هو الذي يتكون من بكرتين على مراكز ثابتة ، كما هو موضح في شكل (٣ ـ ٦ أ). فإذا كانت الأوجه $A_1$ و $B_2$ مثبتة محورياً أثناء التحرك المتزامن لـ $A_2$ و $B_1$ فإنه يمكن الوصول إلى محازاة مناسبة عند جميع نسب السرعات لأن السير كله يتحرك محورياً .

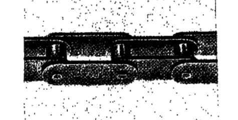
وللوصول إلى تحرك محوري متساوي للوجهين القابلين للضبط على البكرات، فإن طول السير المطلوب يكون أطول لكل ضبط نهائي مقارنة بالضبط الذي يجعل جانبي السير متوازيين. وحيث أن $A_2$، $B_1$ يتحركان بواسطة مجموعة من الروافع الميكانيكية الموصلة مع بعضها فإنه لا بد من وجود ياي مع الروافع الموجودة بين البكرتين لمعالجة التغير المطلوب في طول السير ، ولحفظ الشد في السير عند المستوى المطلوب .

وتستعمل تركيبة معينة وبسيطة، من بكرتين على مراكز ثابتة، للحصول على دفع محوري زنبركي على أحد البكرتين، بالإضافة إلى تحريك ميكانيكي للوجه المتحكم فيه على البكرة الأخرى . وهذا التصميم الذي يولد الدفع المحوري الزنبركي معروض في المرجع رقم ٦ . وهو يعطي طريقة أوتوماتيكية لعمل الشد اللازم على السير .

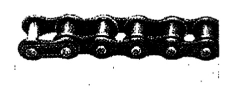
وشكل ٣ ـ ٦ ب يوضح نظام ثالث له سيرين متحكم في سرعتيهما وفي وضع مترادف، وبكرة مزدوجة قابلة للتحكم في خطوتها مع وجود قطاع ذي مركز عائم. وتتغير نسبة السرعة بواسطة تحرك البكرة ذات الخطوة المتحكم فيها على طول الخط الذي يحفظ مجموع أطول السير المطلوبة ثابتاً مع تغير موضع المركز العائم على المحور. وهذا النظام معرض لاختلاف محازاة السير ـ كما تمت مناقشته سابقاً ـ للتركيبات التي تستعمل بكرة مفردة ذات خطوة متحكم فيها .

# تروس وجنازير نقل الحركة

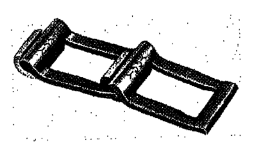
هذان النوعان من أجهزة نقل الحركة يعطيان نسبة سرعات ثابتة، حيث تناسب التروس حالة الأعمدة المتقاربة المراكز، والمتقاطعة أو التي يمر واحد منها فوق الآخر، أما الجنازير فهي تستخدم بين الأعمدة المتوازية والتي بينها مسافة كبيرة. وعادة ما تكون التروس في مكان مغلق وبذلك يسهل حمايتها وعمل التزييت المناسب لها بينما تعمل جنازير نقل الحركة في الآلات الزراعية غالباً في مكان مفتوح مع تزييتها على فترات أو بدون تشحيم في بعض الحالات التي تعمل فيها على سرعات بطيئة في الأجواء المتربة. وحيث إن تطبيقات التروس على الآلات الزراعية هي عموماً مشابهة للتطبيقات الصناعية، كما أن أي تفصيلات عنها متوفرة في العديد من المصادر القياسية، فلن يحتوي هذا الجزء عن مناقشة عنها.



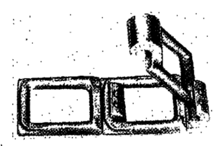
جنزير ذو أسطوانات وله خطوة زوجية



جنزير ذو اسطوانات وله خطوة قياسية .



جنزير ذو حلقات ، من الصلب المضغوط



جنزير ذو حلقات ، من الحديد الزهر المطاوع

**شكل ٣ ـ ٧ : أربع أنواع من الجنازير الشائعة الاستخدام في نقل الحركة على الآلات الزراعية .(Country of Link — belt Co)**

## ٣ ـ ١٣ اعتبارات عامة لجنازير نقل الحركة :

يعتبر طول الخطوة في الجنازير هو الطول الفعال لوصلة واحدة . والشكل (٣ ـ ٧) يوضح الأشكال المختلفة للجنازير المستخدمة بكثرة في الآلات الزراعية وهي الجنازير ذات الاسطوانات ولها خطوة قياسية وجنازير ذات اسطوانات ولها خطوة زوجية ، وجنزير ذو حلقات متصلة من الحديد المطاوع والزهر ، وجنزير ذو حلقات من الصلب المضغوط . والأبعاد القياسية لأي من هذه الأنواع تم وضع مواصفات قياسية لها بواسطة جمعية المواصفات القياسية الأمريكية (ASAE) .

وعادة تحدد سعة التحميل للجنزير على أساس معدل التآكل ، وليس بناء على أقصى إجهاد يمكن أن يتحمله الجنزير . ويحدث التآكل بسبب الاحتكاك بالعجلات المسننة عندما يتصل الجنزير معها أو يتركها ، ويكون معدل التآكل كبيراً في الجنازير الصغيرة عنه في الجنازير الكبيرة . . ويتناسب معدل التآكل طردياً مع سرعة الجنزير وعكسياً مع طول الجنزير . وعندما يحدث التآكل تزيد مسافة الخطوة ويتعلق الجنزير على العجلات المسننة على مسافة خارج السن . وبالتالي فعندما تزداد عدد الأسنان في عجلة مسننة يقل الوقت الذي بعده يمكن

للحلقـات أن تتعلق بـالأسنـان . . ولهـذا السبب لا بـد ألا تتجـاوز نسبـة السرعة ١٠ إلى ١ للجنـزير ذو الأسـطوانات والخـطوة القياسيـة ومن ٦ إلى ١ للجنازير الأخرى[١٤] .

ومجالات القدرة المنقولة الموجودة في الكتيبات المنشورة عن الجنازير تكون لعمر خدمة طـويل نسبيـاً للتطبيقـات الصناعيـة . وكما في تصميم سيـر V - ، فإن متطلبات القدرة التي يجب أن تنقل بواسطة الجنازير تعادل حاصل ضرب هذه القدرة المطلوبة مضروباً في معامل خدمـة مناسب للحصـول على قدرة التصميم. ونتيجة لقصر العمر في الآليات الزراعية بالمقارنة مع التطبيقات الصناعية تكون زيادة الأجمال مقبولة في الآليات الزراعية ، وعلى أي حال فإن الـظروف الغير مـلائمة التي تعمـل فيها الآليـات الزراعيـة قـد تؤثـر في عمـر الخدمة .

واختيار الجنازير للسرعات البطيئة جداً ربما يتم على أساس أقصى إجهاد وليس على أساس معدل التآكل. وفي حالة الجنازير ذات الاسطوانات فتكـون النسب القصوى الموصى بها لحمل التشغيل إلى أقصى إجهاد في حدود ٢ , ٠ عنـد ١٣ , ٠ متر/ ثـانية [٢٥ قدم / دقيقة] إلى ١ , ٠ عنـد ١,٣ متر / ثـانية [٢٥٠ قدم / دقيقة][١٢]. هـذا . . ويحدث تـركيـز في الإجهـادات في بعض النقاط في الجنازيـر . . وقد تؤدي هـذه الإجهادات إلى كسـر نتيجة التعب في أحمال الجنزير إذا ما تم التحميل إلى أكثر من ١٠ ٪ من أقصى إجهاد. ويمكن حساب الشد المطلوب لقدرة معينة عند سرعة معينة من المعادلة ٣ ـ ١ . وتفرض $T_s$ على أنها تساوي الصفر، حيث أن الجنزير يجب أن يعمل بدون شد في الجانب المرتخي. وسرعة الجنزير بالمتر / ثانية =

(خطوة الجنزير ، ملليمتر ) × (عدد الأسنان على العجلة المسننـة) × (سرعـة دوران العجلة المسننة لفة/دقيقة) .

١٠٠٠   ٦٠

وحيث إن العجلة المسننة يمكن النظر إليها على أنها عبارة عن مضلع متعدد الجوانب وعدد الجوانب هو عدد الأسنان أو الخطوات، وبالتالي فإن سرعة الجنزير أو السرعة الزاوية للعجلة المسننة لا بد أن تختلف عند ترك الجنزير للعجلة أو اتصاله بها. وتزيد الاختلافات في السرعة بانخفاض عدد الأسنان على العجلة المسننة. ونظرياً فإن عجلة مسننة عليها ١٠ أسنان تعطي اختلافات تعادل ٥ ٪. وعملياً، ومع ذلك، فإن التغيرات الصغيرة في السرعة وأيضاً اصطدامات الأحمال المفاجئة تميل إلى أن تقل أو تُخْمَد بواسطة المرونة الطبيعية للجنزير والتأثير المتسلسل لجانب التشغيل. ولا ينصح باستخدام عجلات مسننة بأقل من ١٧ أو ١٨ سنة للسرعات العالية بالرغم من أنه توجد عجلات بعدد أسنان تصل إلى ٦ أسنان.

### ٣ ـ ١٤ : الجنازير ذات الحلقات القابلة للفصل:

تستعمل الجنازير ذات الحلقات القابلة للفصل والمصنوعة من الصلب بكثرة في الآليات الزراعية في كل من نقل القدرة وفي معدات الرفع والنقل. وهي أقل تكلفة من أنواع الجنازير الأخرى. وتعتبر مناسبة للأحمال المتوسطة عند سرعات لا تتعدى ٢ إلى ٢,٥ متر/ ثانية [٤٠٠ إلى ٥٠٠ قدم / دقيقة]. وتحت الظروف الترابية تكون الجنازير ذات الحلقات معرضة لتآكل كبير بالمقارنة بالجنازير ذات الاسطوانات بسبب الوصلات المفككة والخطافات المفتوحة. وعادة لا يحتاج الجنزير والحلقات إلى تزييت لأن التزييت قد يجلب الأتربة بين الوصلات.

وقد أنتجت أنواع محسنة من الجنازير ذات الحلقات والمصنوعة من الصلب في بداية عام ١٩٥٠ م ويقال إن لها إجهاد في الشد يزيد بمقدار الثلث عن الأنواع العادية الأخرى ولها من إجهاد التعب ضعف الأنواع الأخرى المعروفة في هذا الوقت[١٧]. ويصنع الخطاف بالبرم بدلاً من قطع المادة

الأساسية من منتصف الحلقات، وهذا النوع من الصلب « المرتفع في إجهاد التعب» يعتبر مرتفع الثمن عن النوع العادي.

**٣ ـ ١٥ ـ الجنازير ذات الاسطوانات والخطوة القياسية:**

يعتبر استخدام هذا النوع من الجنازير مرضياً عند سرعات خطية تتراوح من أقل من ٠,٥ متر/ ثانية [١٠٠ قدم / دقيقة] إلى ٢٠ متر/ ثانية [٤٠٠٠ قدم/دقيقة] وتعتبر مناسبة جداً للإحمال الثقيلة التي تتطلب حجماً صغيراً لأجهزة نقل الحركة. وتقل أقصى سرعة مسموح بها عندما يزداد طول الخطوة. ويمكن استخدام جنازير متعددة العرض في أجهزة نقل الحركة المتضامة والتي تعمل عند سرعات مرتفعة. ويصنع هذا النوع من الجنازير بدقة عالية وتحت ظروف جيدة ربما ترتفع كفاءتها إلى ٩٨ أو إلى ٩٩ ٪[١٢].

والعجلات المسننة يمكن أن تقاد من الجانب الداخلي أو الخارجي للجنازير ذات الاسطوانات. وبالرغم من أنه ينصح باستخدام حمام زيت للتزييت عند السرعات العالية، إلا أن هذا النظام ليس عملياً في الآليات الزراعية. والجنازير ذات الاسطوانات والخطوة القياسية مرتفعة الثمن مقارنة بالجنازير ذات الحلقات المصنوعة من الصلب.

**٣ ـ ١٦ ـ الجنازير ذات الاسطوانات والخطوة المزدوجة:**

هذا النوع من الجنازير له نفس المكونات من الوصلات والضواغط والاسطوانات كما في الجنازير ذات الاسطوانات، إلا أن الألواح الجانبية لها خطوة، طولها يعادل ضعف الخطوة القياسية. والجنازير ذات الخطوة المزدوجة لها نفس المقدرة على تحمل الإجهاد والدقة كما في قرينتها ذات الخطوة القياسية ولكن كتلتها أقل.. وهي أقل ـ أيضاً ـ في الثمن من الجنازير ذات الاسطوانات والخطوة القياسية ولكنها أعلى في الثمن ـ بدرجة ملحوظة ـ من الجنازير ذات الحلقات المصنوعة من الصلب. وتعتبر الجنازير ذات الخطوة

المزدوجة مناسبة للسرعات المتوسطة والمنخفضة. . . ونتيجة لصغر حجم الأسطوانات والتي تعادل $\frac{٥}{١٦}$ من طول الخطوة تكون هناك مسافة لا بأس بها لأسنان العجلات. . وبالتحديد فإن الأسنان المصنوعة من الزهر تعتبر مرضية (أكثر اقتصادية من الأسنان المقطوعة بالآلة).

وللحصول على جنازير أقل في السعر فقد تم إنتاج أنواع منها للأغراض الزراعية ذات خطوة مزدوجة ولها نفس الأبعاد المعروفة، ولكن سعر التكلفة أقل نتيجة لاستخدام مواد مختلفة وتوصيلات التي لها خلوص أكبر وزيادة في المسموحات في الصناعة . ويقال إن خواص أدائها أقل من النوع العادي للجنازير الزوجية [١٧] .

**٣ ـ ١٧ جنازير ذاتية التزييت:**

في خلال الخمسينات أنتجت عدة شركات أنواع من الجنازير يمكن تغييرها مع الجنازير قياسية الخطوة أو زوجية الخطوة من نوع ذات اسطوانات، ولكنها ذاتية التزييت[٥] .

وهذا النوع من الجنازير يحتوي على وصلات مشربة بالزيت وملبدة بالصلب عند اتصالها ببعضها، وهي تحل محل الضاغط والاسطوانات في النوع العادي، ولقد صممت لتوضع في الأماكن الداخلية التي يصعب فيها إجراء عمليات التزييت أو أن عملية التزييت قد تكون غير سهلة. . وهذا التصميم قد يفيد في أماكن عديدة في الآليات الزراعية، ولأنه لا يحتوي على اسطوانات فإنه لا يوصي باستخدامه في حالة السرعات العالية أو الأحمال الكبيرة جداً .

وأسعار الجنازير ذاتية التزييت ذات الخطوة القياسية أو زوجية الخطوة هي نفس أسعار الجنازير العادية ولها نفس الأبعاد، ولكن ـ في نفس الوقت ـ فإن أقصى تحمل إجهاد لها أقل من الجنازير العادية بحوالي (من ٥ إلى ٢٠ ٪) نتيجة التزييت. ومن واقع الخبرة العملية فإنه عند حمل معين ومسموحات معينة من الزيادة المئوية في طول الجنزير نتيجة التآكل، فإن عمر الخدمة

للجنـازير ذاتيـة التزييت يعتبـر أكبر ـ عـدة مرات ـ عن الجنـازير العـاديـة غيـر المزيتة. . ولكن لو استعمل الجنزير العادي وتم تزييته بطريقة مرضية فإنه في الغالب يعطي أداءاً مشابهاً للجنازير ذاتية التزييت.

# وسائل الأمان للأحمال الزائدة

في العديد من الآليات الزراعية، يكون هناك مصدر واحد للقدرة يقوم بتشغيل أجزاء متعددة تختلف اختلافات واسعة في مقدار القدرة اللازمة لها والتي قد تتعرض إلى أحمال زائدة بدرجات متفاوتة. ففي هذه الأنظمة تعتبر الحماية من الأحمال الزائدة ضرورة وبالأخص بالنسبة للأجزاء التي تعمل على سرعات منخفضة. . وهناك ثلاثة أنواع من وسائل الأمان، وتعتبر شائعة الاستعمال بين الأجزاء الموصلة في نظام الإدارة وهي : ( أ ) تلك التي تعتمد على قص وصلة يمكن تغييرها في مجموعة نقل الحركة . (ب) وحدات تقوم فيها قوة ياي بضغط وحدتين من الأجزاء ذات الأسطح المعرجة ببعضهما ، وهي تعتمد على أساسيات المستويات المائلة . (جـ) وسائل تعتمد أساساً على الاحتكاك .

## ٣ ـ ١٨ أجهزة القص:

تعتبر هذه الأجهزة بسيطة ورخيصة نوعاً ما، ولكن الجزء الذي يتعرض للقص لا بد من تغييره كلما حدث تحميل زائد، وتستخدم هذه الأجهزة ـ عادة ـ عندما يكون التحميل الزائد غير متكرر بكثرة. ويمكن تصميم جهاز القص على أي معدل للتحميل مرغوب فيه. . وقد يكون مسمار التحميل ذا سمك صغير جداً في حالة بعض العزوم الصغيرة إلا أنه في الإمكان تغيير المعدن وبالتالي الحصول على مسمار للقص ذي حجم مناسب. والتصميمات

المختلفة لأجهزة القص هي : -

١ - مسمار قص بين العمود والصرة (عادة مسمار من النحاس مستدق المحور) .
٢ - مسمار قص قطري خلال الصرة والعمود ( يعطي قص مزدوج ) .
٣ - مسمار قص مثبت على شفة . . وفي هذه الحالة يكون المسمار موازي للعمود كما هو موضح في شكل (٣ - ٨) .

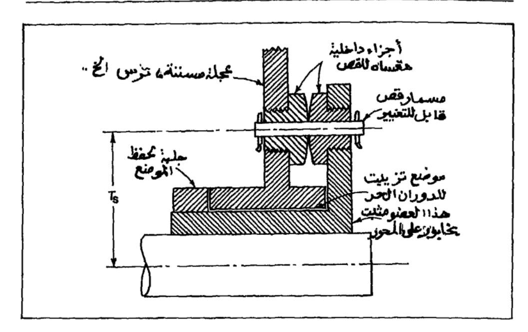
وبصرف النظر عن نوع التصميم فإن الأساس هو أن الجزء القائد والجزء المقاد يدور بحرية بمعزل عن بعضها بعد حدوث القص في المسمار . . وعادة ما يحدث في كل من النوعين الأول والثاني علامات تخلفها آثار الجزء المقصوص . وقد يكون ضرورياً تحريك الصرة عن العمود وإحلال مسمار القص فيمكن إرجاع الوصلة إلى ما كانت عليه في النوع الأول .

ومسمار القص المركب على شفة تركيب هو أبسطها في إعادة التركيب ، ولكن سعر الوحدة أكبر من وحدة مسمار القص القطري ، وكذلك فهو غير مهيأ للعزوم الصغيرة لكبر نصف القطر الموجود عليه قطاع القص . ولغرض التجارب ، يمكن تغيير موضع المسمار إلى أسفل أو على أنصاف أقطار أصغر لتغير الحمل الذي عنده يمكن للقص أن يحدث . وفي الوحدات المنتجة يصنع مسمار بطول كبير من مادة عادية (مثل صلب مبروم على الساخن)، وذلك ليسهل على العامل الذي يقوم بتشغيل الآلة تغييره .

والعزم الذي عنده يتم كسر القص في الشفة هو :

$$T = r_s \left( \frac{\pi}{4} d_1^2 S_s \right) x\, 10^{-3} \qquad (٣ - ٥)$$

$$\left[\, T = r_s \left( \frac{\pi}{4} d_1^2 S_s \right) \right]$$




شكل ٣ ـ ٨: تصميم لمسمار قص مثبت على شفة تركيب. يمكن عدم تركيب الأجزاء الداخلية المقساة للقص، وخاصة إذا كان يتوقع حدوث أحمال زائدة بصورة غير متكررة .

والقدرة هي :

$$KW = \frac{2\pi N T}{60 \times 1000} = 8.225\, N\, r_s\, d_1^2\, S_s \times 10^{-8} \qquad (٣ - ٦)$$

$$[\ hp = 1.246\, N\, r_s\, d_1^2\, S_s \times 10^{-5}\ ]$$

حيث :

$T$ = العزم، نيوتن ـ متر [ رطل قوة . بوصة ] .

$N$ = سرعة العمود، بالدورة في الدقيقة.

$r_s$ = المسافة بين مركز العمود ومركز مسمار القص (شكل ٣ ـ ٨) بالملليمتر [ بوصة ] .

$d_1$ = قطر مسمار القص عند موضع القص بالملليمتر [ بوصة ] .

$S_s$ = أقصى إجهاد يتحمله مسمار القص بالميجاباسكال [ رطل قوة على البوصة المربعة ] .

وبنفس الطريقة سوف يتم كسر مسمار القص القطري ( قص مزدوج ) .

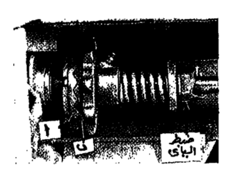
$$KW = 8.225\ N\ D\ d_1^2\ S_S \times 10^{-8} \qquad (٧ - ٣)$$

$$[\ hp = 1.246\ N\ D\ d_1^2\ S_S \times 10^{-5}\ ]$$

حيث D = قطر العمود (القطر الذي يحدث عنده القص)، بالملليمتر [ بوصة ] .

**٣ ـ ١٩ القابض القافز :**

يتكون القابض القافز من فكين مستديرين ذوي تعرجات متماسكة مع بعضها البعض بواسطة ياي متحكم فيه (كما في شكل ٣ ـ ٩ ) .




**شكل ٣ ـ ٩ : شكل حقيقي للقابض القافز**
**(Courtesy of International Harvester CO.)**

في هذا الشكل ـ الجزء (أ) ـ موصل بمسمار مع العمود، والجزء (ب)، العضو القائد، هو حر الحركة على المحور عندما يحدث التحميل الزائد. والعزم الزائد الذي يلزم لإدارة الجزء (ب) بالنسبة إلى الجزء ( أ) ويؤدي إلى

قفزة هو دالة من ميل الأوجه المعرجة على الفك، ومعامل الاحتكاك بين الفكين، ونصف القطر المؤثر وهي المسافة من مركز العمود إلى مساحة التلامس، والقوة اللازمة لضغط الياي لتسمح بالحركة المحورية للجزء (ب) بالنسبة إلى ( أ ) .

ويجب أن يكون للياي مسافة متاحة وكافية بحيث لا يكون منضغطاً إلى آخر درجة حتى يمكن للفكين أن يبتعدا عن بعضهما البعض بمسافة كافية للقفز. وبالرغم من أن الاحتكاك بين الفكين يؤثر على قيمة العزم المطلوب للقفز، إلاّ أنه سوف تعمل الوحدة حتى إذا كان معامل الاحتكاك بين الوجهين يساوي صفر (عند عزم منخفض) .

ونتيجة لعودة قابض القفز إلى العمل أوتوماتيكياً بعد زوال الحمل الزائد، يعتبر تصميمه أنسب من جهاز القص في الآليات التي يتوقع أن تحدث فيها أحمال زائدة متكررة بكثرة . ولن يكون هناك انزلاق حتى يزيد الحمل عن الحمل المثبت عليه القابض وبالتالي يكون ذلك تحذير للعامل من أن هناك حمل زائد قد حدث . ويعتبر القابض القافز أعلى في السعر مقارناً مع جهاز القص ، ويكون غير مناسب للأحمال الكبيرة وذلك نتيجة لكبر حجمه المطلوب في مثل هذه الحالات . وعندما يحدث القفز فإنه يخلق حمل مفاجىء مرتفع على أجهزة نقل الحركة .

إن قيمة وتغير قوة الاحتكاك المطلوبة لعمل انزلاق محوري للأجزاء على بعضها البعض تعتبر ذات أهمية كبيرة على العزم المطلوب لإحداث القفز. ولتقليل الاحتكاك المحوري إلى أدنى حد له فلا بد أن يتم توصيل العزم من وإلى الأجزاء المتحركة بنصف قطر كبير نسبياً، سواء كان ذلك من عجلة مسننة أو من بكرة بدلاً من مسمار توصيل أو لسان على العمود .

### ٣ ـ ٢٠ : أجهزة الاحتكاك

يمكن أن تعمل السيور المصممة بعناية كوسيلة أمان عن طريق الاحتكاك، بالرغم من أن أدائها يتأثر بالتغيرات في الشد الواقع عليها وبالزيادة في معامل الاحتكاك كلما زادت نسبة انزلاق السير. وتكون خواص الأداء أكثر ثباتاً عند استخدام طارات شدادة تعمل بواسطة حمل زنبركي مقارنة بالتشغيل عند ضبط ثابت .

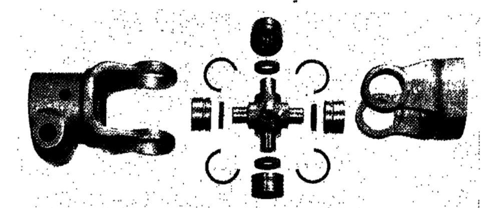
والقابض أحادي القرص الذي يحتوي على سطحين للاحتكاك مثل القابض الموجود في الجرارات أو المركبات كثيراً ما يستعمل للحماية من التحميل الزائد. ويضبط ضغط الياي لنقل الأحمال العادية، ولكن يحدث الانزلاق تحت الأحمال الغير عادية[٨]. وبالمقارنة بالقوابض القافزة يكون لقوابض الأمان التي تعمل بالاحتكاك مميزات منها الفصل عند عزم ثابت، كما أنها لا تلحق اضراراً بالأجزاء أثناء الانزلاق. ومع ذلك فقد أوضحت الاختبارات أن سعة العزوم اللحظية للأحمال الديناميكية تحت تحميل مفاجيء تعادل من ٢ إلى ٣ مرات القيمة في حالة الأحمال الساكنة[٨] .

وقابض الاحتكاك يكون فعالاً جداً في حماية الأجزاء القائدة من الترددات المرتفعة للعزوم العالية، كما نوقش في الجزء ٣ ـ ٢٩ . . ولكن تحت ظروف معينة يمكن حدوث انزلاق في قابض الاحتكاك ويكون بقدر كافي لرفع درجة حرارة الأجزاء الموجودة بدون علم العامل أن هناك تحميل زائد.

# الوصلات عامة الحركة

## ٣ ـ ٢١ : الوصلات الأحادية :

عادة ما تسمى الوصلات عامة الحركة المستخدمة في الآلات الزراعية باسم وصلة الخطاف أو وصلة الكردان (شكل ٣ ـ ١٠). والوصلة الأحادية التي تعمل على زاوية لا يمكن أن ينتج عنها سرعة زاوية منتظمة. وشكل (٣ ـ ١١) يوضح التقدم أو التأخر للمحور المقاد بمقدار نصف لفة مع تشغيل الوصلة عند زوايا مختلفة $\alpha$ . وتعيد الدورة نفسها كل ١٨٠° من الدوران. ويكون التذبذب في الدوران صغيراً عندما تكون الوصلة على زاوية ١٠°، ولكن عندما تكون الزاوية ٤٠° يكون التذبذب الكلي للوصلة الأحادية هو ١٥° .



**شكل ٣ ـ ١٠ : وصلة خطاف عامة الحركة أو كردان. وتستخدم فيها كراسي التحميل ذو الكرات في وصلات توصيل القدرة. وينعم نهاية القاع لمحل دوران كرسي المركز تنعيماً دقيقاً لتمكين الكراسي من تحمل أحمال محورية . (F. M. Potgieter Agr. Eng., Jan., 1952)**

والمنحنيات في شكل ٣ ـ ١١ تبنى على أساس المعادلة المعروفة [١٨] وهي :

$$\frac{\tan \varnothing_2}{\tan \varnothing_1} = \cos \alpha \qquad (٣ - ٨)$$

حيث :

$\varnothing_1$ = زاوية دوران لعمود الإدارة من وضع البداية (وموضحة في الركن العلوي الأيسر في شكل ٣ ـ ١١).

$\varnothing_2$ = الزاوية المناظرة لدوران العمود المدار.

$\alpha$ = زاوية الوصلة (شكل ٣ ـ ١١) .

والتقدم أو التأخر للمحور المقاد يكون $\varnothing_1 - \varnothing_2$، والإشارة السالبة توضح تأخراً. والقيمة العظمى للتأخر والقيمة العظمى للتقدم تحدث عندما تكون الزاوية المتوسطة لدوران المحورين هي ٤٥° أو ١٣٥° ، على الترتيب، من وضع المقارنة (في شكل ٣ ـ ١١). وتحدث أعلى قيمة للتأخر عندما يكون العمود القائد قد تعدى زاوية ٤٥° بما يعادل نصف مقدار أعلى قيمة للتأخر ـ كما هي موضحة بالخط المنقط في النصف الأسفل من شكل ٣ ـ ١١ .

العلاقة بين السرعات الزاوية لعمودي الدخول والخروج هي[١٨] :

$$\omega_2 = \omega_1 \quad \frac{\cos \alpha}{1 - \sin^2 \alpha \sin^2 \varnothing_1} \qquad (٣ - ٩)$$

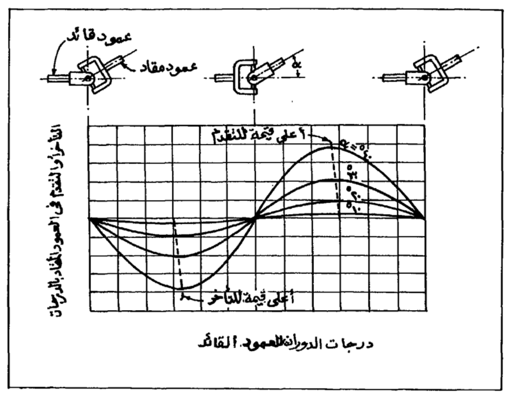
حيث :

$\omega_1$ = السرعة الزاوية لعمود الدخول (القائد).

$\omega_2$ = السرعة الزاوية لعمود الخروج (المقاد) .

ونسبة السرعة، $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ ، تبلغ أقصاها، عندما تكون $\varnothing_1 = 90°$ بينما تصل

إلى أدنى قيمة عندما يكون $\varnothing_1$ = صفر أو ١٨٠° . ومن المعادلة (٣ ـ ٩) تكون أقصى نسبة هي $\frac{1}{\cos \alpha}$ وأقل نسبة هي $\cos \alpha$ . ومع سرعة دخول متجانسة، تكون تذبذبات السرعة الزاوية في عمود الخروج بمقدار ± ١٥٪ عندما تكـون زاوية الوصلة ٣٠° و ± ٦٪ عندما تكون زاوية الوصلة ٢٠° .




**شكل ٣ ـ ١١ : التقدم أو التأخر لعمود مقاد بكردان الوصلة عامة الحـركة بـالنسبة لـوضع العمود القائد.**

### ٣ ـ ٢٢ تركيبات ذات وصلات متعددة :

عندما يوصل اثنان من الوصلات عامة الحركة على التوالي، تنعدم كـل من الإزاحـة الزاويـة وتذبـذبات السـرعة إذا ( أ ) تسـاوت زوايا الـوصـلات . (ب) تفاوتت مستويات الوصلتين المتصلتين بـزاوية ٩٠° . . عنـد ذلك يكـون للعمود النهائي سرعة زاوية متجانسة (بغرض تجانس السرعة الداخلة) ، ولكن

العمود المتوسط يجب أن يظل في أن يتسارع ويتباطىء مرتين خلال كل دورة .

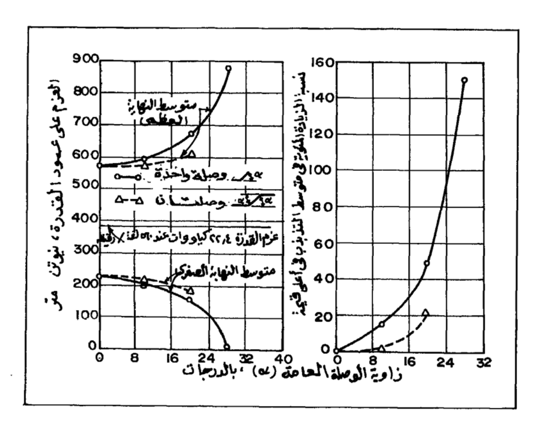
وإذا تم اتصال ثلاثة أعمدة بوصلتين وتقع جميعها في نفس المستوى فإنه يتم الحصول على علاقة التقارن المناسبة بوضع القارنات على العمود الأوسط على خط مستقيم. وقد يكون العمودان الداخل والخارج متوازيين أو قد تكون زوايا الوصلات مجمعة. وإذا تم توصيل الأعمدة بإحدى زوجي الوصلات وكانت في مستوى مختلف عن الأعمدة الموصلة للأخرى، ففي هذه الحالة يتم التحصل على التقارن المناسب بواسطة وضع القارنات على العمود الأوسط خارجه عن الخط بمقدار يعادل الزاوية بين المستويين، وبالتالي تصبح تلك القارنتين في المستويين في آن واحد.

وعندما تستخدم ثلاث وصلات عامة الحركة أو أكثر في تتابع، تكون مشكلة توجيه الأعمدة والوصلات للحصول على سرعة زاوية متجانسة (أو تقليل الاختلافات) في العمود الأخير المدار عملية معقدة. وإذا كانت زوايا الوصلة معروفة أو مفروضة، فإن أفضل علاقات للتقارن يمكن تحديدها عن طريق تحليل المتجهات. والمرجع رقم ١٨ والذي يعتبر معالجة ممتازة لجميع علاقات الوصلات عامة الحركة وتطبيقاتها، يشتمل على وصف لطريقة تحليل المتجهات ونظام آخر يسمى « نظام تقارن ٩٠° » الذي يمكن تطبيقه في بعض الحالات. والأساس النظري الذي بني عليه تحليل المتجهات يمكن الحصول عليه من مرجع رقم ٣.

وإذا كانت أفضل تركيبة لعلاقات التقارن لتصميم معين لزوايا وصلات تعطي أداء غير مقبول، فلا بد من تغيير واحد أو أكثر من زوايا الوصلات وإعادة التحليل . وهناك اتجاه آخر ، يمكن فيه دراسة التركيبات المختلفة بواسطة عمل نموذج له طريقة توضح الزوايا بالدرجات لكل وصلة .

### ٣ ـ ٢٣ حدود زاوية الوصلة:

تعتمد أقصى زاوية مسموح بها بين الأعمدة على نوع جهاز نقل الحركة، مقدار المرونة الالتوائية للأعمدة، عزم القصور للأجزاء الدوارة، السرعة، والعمر المطلوب للتركيبة. والشكل (٣ ـ ١٣) يوضح تأثير زاوية الوصلة على قيمة عزوم الذروة الدورية لحالة معينة من نقل الحركة. وقد استخدم في هذه الاختبارات ديناموميتر كهربائي يدار بواسطة عمود الإدارة الخلفي للجرار على سرعة ٥٦٠ لفة/دقيقة. وفي حالة وجود وصلة مفردة، نجد أن القيم القصوى للعزم تزيد بسرعة بزيادة زاوية الوصلة وأن الزيادة كانت كبيرة حتى عند زاوية وصلة من ٨° إلى ١٠° فقط.




شكل ٣ ـ ١٣: تأثير الوضع الزاوي لوصلة عامة الحركة على القيمة العظمى والقيمة الصغرى للعزم اللحظي عند نقل قدرة مقدارها ٢٢,٤ كيلووات (M . Hansen[7])

وحتى إذا ما تم وضع وصلتين في تقارن مناسب وتعملان على زوايا متساوية فقد زادت عزوم الذروة بمعدل ٢٠ ٪ عندما غيرت زوايا الوصلة من صفر إلى ٢٠°. وقد كانت التذبذبات في سرعة العمود الأوسط هي المسئولة على الأقل جزئياً في زيادة أقصى قيمة للعزم. وبالرغم من أن الزوايا الأكبر من ٢٠°، قد تكون مقبولة ـ باستمرار تحت ظروف معينة، وبصورة متقطعة تحت البعض الآخر ـ يكون من الأهمية المحافظة على زوايا صغيرة للوصلة خلال التشغيل العادي.

ويمكن تقليل التغيرات في العزم وذلك بإدخال نوع من المرونة الالتوائية في جهاز نقل الحركة. والسير – V أيضاً يساعد على امتصاص التغيرات الزاوية. وقد تم تطوير وصلات عامة الحركة ذات سرعة ثابتة خصيصاً للمركبات ذات جهاز نقل الحركة على المحور الأمامي، ولكن تعتبر هذه الوصلة مرتفعة الثمن في استخدامها في الآليات الزراعية.

### ٣ ـ ٢٤ أعمدة الوصلات عامة الحركة :

إن تأمين الحركة المحورية للأعمدة في أجهزة نقل الحركة التي تستخدم الوصلات عامة الحركة يعتبر مهماً. . وهذا يمكن الحصول عليه بواسطة أعمدة تلسكوبية وأنابيب أو بواسطة توصيلات فقرية. وإذا كانت التوصيلات المنزلقة بين وصلتين، فإنه لا بد أن يكون الجزء التلسكوبي مثبتاً بخابور بطريقة معينة لتأمين تركيبة صحيحة للقارنات.

والوصلة عامة الحركة التي تعمل على زاوية معينة وتنقل عزماً تميل لمحاولة إلغاء زاويتها، وأن تجعل وضع العمودين على خط واحد، وبالتالي يحدث عزم انحناء إضافي على العمود. وهذه العزوم الثانوية تكون دورية، بإجهادين انعكاسيين ذي ذروتين تحدث في كل لفة. والعمود المتصل بوصلتين لا بد أن يكون صلداً بقدر كافٍ لمنع الارتجاجات، ولكن يجب أن

يكون له عزم قصور ذاتي قطبي صغير ليقلل من الاختلافات في العزم والتي ترجع أصلاً إلى تذبذبات سرعته . كما أنه من المهم جداً أن تكون سرعة التشغيل أقل من السرعة الحرجة (*) للعمود . ولهذه الأسباب فإن أعمدة التوصيل الغير تلسكوبية تكون عادة من أعضاء أنبوبية .

(*) السرعة الحرجة لتركيبة معينة هي السرعة التي عندها ( أو أعلى منها ) تحدث اهتزازات زائدة .

## مـآخذ القدرة للإدارة

**٣ ـ ٢٥ تطبيقـات:**

إن مآخذ القـدرة الميكانيكيـة على الجرار مـوجودة منـذ سنوات عـديدة (عمود الإدارة الخلفي ـ ع أ خ) ويزيد استخدامها باستمرار. وسوف يناقش هذا الجانب في الباب الرابع.

وقد بدأ استخدام مأخذ قدرة الإدارة المتحكم فيه في الأربعينات وفيـه بدأت الاستعمالات الموسعة لمآخذ القدرة من الجرار بالمقارنة مع استخدامات التوصيلات الأخرى للقدرة. ويتم توصيل الطاقة الميكانيكية إلى عمود الإدارة الخلفي عن طريق توصيلة مباشرة مـع المحرك من خـلال القابض. وبـالتالي يمكن أن يستمر العمل بالآلة أثناء وقوف الجرار.

ويستخـدم عمـود الإدارة الخلفي في أنـواع عـديـدة من آلات الحصـاد المقطورة أو المحمولة، وعديد من الرشاشات، وفي المحاريث الدورانيـة أو الهزازة. وكل من آلات تقطيع الأعلاف المقطورة، وآلات جمع الذرة وآلات تقطيع السيقان تستخدم عمـود الإدارة بكثرة. ولمعـظم آلات الضم والدراس المقطورة الكبيرة، مـآخذ لنقـل القدرة. إن تـوفر الجـرارات الكبيرة المـزودة بمخارج لمآخذ القدرة التي تعمل على سرعة ١٠٠٠ لفة/دقيقة وقادرة على نقل القدرة الخارجة الكاملة للجرار قد جعل هذا النوع من نقل الحركة ممكنـاً في إدارة الآليات الكبيرة.

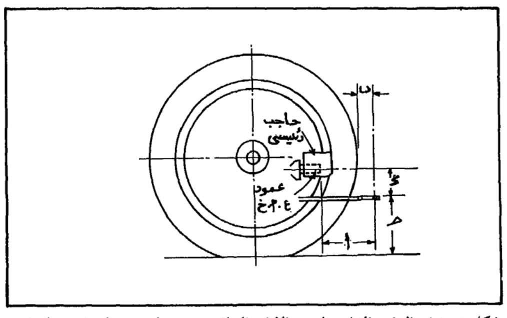
**٣ ـ ٢٦ المواصفات القياسية لعمود الإدارة الخلفي :**

لقد ساعد تطوير وتبني المواصفات القياسية لجمعية ASAE والتي توصف سرعتين لعمود الإدارة الخلفي على أن يعطي الأساس الذي سهل من عملية الشبك واستبدال الآليات التي تستخدم ع أ خ مع جرارات بأنواع وصناعة مختلفة[٢]. وقبل سنة ١٩٥٨ م، كانت السرعة الوحيدة القياسية هي ٥٣٦ لفة/دقيقة. ولكن بوجود الجرارات الكبيرة أصبحت هذه السرعة غير كافية لنقل القدرة الكلية المتاحة بدون عزم زائد. وبالتالي تم عمل السرعة القياسية الثانية وهي ١٠٠٠ لفة/دقيقة والتي قدمت في عام ١٩٥٨ م. وقد غيرت السرعة القياسية الأخرى إلى ٥٤٠ لفة/دقيقة في نفس الوقت. وقد خصص مقاسين للعمود الذي يدور على سرعة ١٠٠٠ لفة/دقيقة، ومقاس واحد للعمود الذي يدور على سرعة ٥٤٠ لفة/دقيقة.

والمواصفات القياسية اشتملت على أبعاد ومواصفات لأعمدة ع أ خ على الجرار، وموضع العمود وعمود الشد بالنسبة لبعضهما. والحزات الموجودة على الأعمدة للسرعتين القياسيتين تختلف عن بعضهما وذلك لتفادي التوصيل أية آلة إلى السرعة الخطأ . والمواصفات المتعلقة بها موجودة في الجدول التالي : الأبعاد أ ، ب ، ج ، د موضحة في الشكل (٣ ـ ١٣) وهي جميعاً بالمليمتر [ بوصة ] .

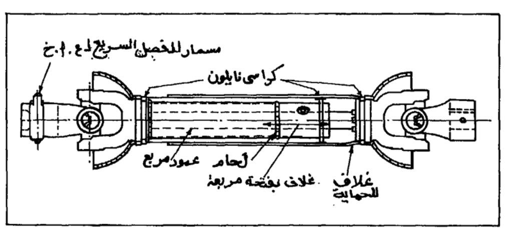
وتحتوي المواصفات القياسية أيضاً على مواصفات لغلاف الأمان، وقد أعطي هذا الجزء في ع أ خ أهمية قصوى لأن عدد الحوادث والجروح الناتجة من الآلات الزراعية ترجع إلى حد كبير إلى هذا الجزء . وقد كانت أغلفة الأمان الأولية عبارة عن رقيقة معدنية تلسكوبية على هيئة نفق والتي تتصل محورياً بالآلة وأيضاً يمكن وصلها بسهولة إلى الحاجب الرئيسي على الجرار . ويكون هذا الغلاف فعال لو وضع في مكانه ، ولكن في العادة يتم استبعاده وفي الغالب لا يعاد تركيبه مرة أخرى إلى مكانه .

| | ٤٥٠ لفة/دقيقة | ١٠٠٠ لفة/دقيقة | ١٠٠٠ لفة/ دقيقة |
|---|---|---|---|
| قطر العمود | ٣٥ [ ١ $\frac{٣}{٨}$] | ٣٥ [ ١ $\frac{٣}{٨}$] | ٤٥ [ ١ $\frac{٣}{٤}$] |
| البعد أ | ٣٥٦ [١٤,٠] | ٤٠٦ [١٦,٠] | ٥٠٨ [٢٠,٠] |
| البعد ج | ٣٣٠ إلى ٤٣٢<br>[١٥ ± ٢] | ٣٣٠ إلى ٤٣٢<br>[١٥ ± ٢] | ٤٣٢ إلى ٥٣٣<br>[١٩ ± ٢] |
| البعد د | ١٥٢ إلى ٣٠٥<br>(يفضل ٢٠٣)<br>[٦ إلى ١٢]<br>[يفضل ٨] | ١٥٢ إلى ٣٠٥<br>(يفضل ٢٠٣)<br>[٦ إلى ١٢]<br>[يفضل ٨] | ٢٠٣ إلى ٢٥٤<br>(يفضل ٢٢٩)<br>[٨ إلى ١٠]<br>[يفضل ٩] |
| البعد ب | − ٢٥ إلى + ١٢٧<br>[− ١,٠ إلى + ٥,٠] | − ٢٥ إلى + ١٢٧<br>[− ١,٠ إلى + ٥,٠] | − ٢٥ إلى + ١٢٧<br>[− ١,٠ إلى + ٥,٠] |




**شكل ٣-١٣: الوضع القياسي لعمود الإدارة الخلفي وعمود الجر في الجرارات الزراعية ونقطة الشبك موجودة مباشرة تحت الخط المركزي الممتد لعمود ع أ خ ( ASAE Standard S 203.8 ).**

وقد أنتج تصميم خاص للحماية الكاملة الفعالة وهو عبارة عن أنبوبة ملساء تحيط بالعمود ولها الحيز اللازم للتغطية الجزئية لكل وصلة من الوصلات عامة الحركة (شكل ٣ ـ ١٤). وتلتف هذه الأنبوبة على عمود الإدارة الخلفي وتدور معه ولكنها يمكن أن تتوقف في حالة تلامسها مع شخص أو أي جسم آخر. والمواصفات القياسية لعمود الإدارة الخلفي تنص على هذا النوع من الحماية. وتمتد الحماية المتكاملة خطوة أكثر بتوفير فرص أمان أفضل وذلك بعمل غلاف كامل لكل وصلة مع نظام محكم القفل، وقد تم توصيف هذا النوع من الحماية.[٢]

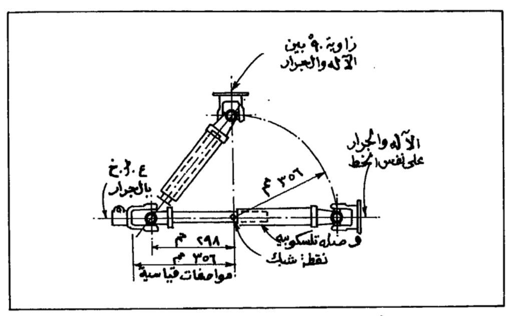



شكل ٣ ـ ١٤ : عمود الإدارة الخلفي التلسكوبي مع غلاف الأمان المتكامل.
(courtesy of Neapco Products, Inc)

### ٣ ـ ٢٧ عمود الإدارة الخلفي المزود بوصلتين:

شكل ٣ ـ ١٥ يوضح تركيب عمود الإدارة الخلفي لآلة مقطورة. والحالة المثالية هي أن تكون نقطة الشبك دائماً في منتصف المسافة بين الوصلتين مما يجعل زوايا الوصلة متساوية عند أي وضع دوراني للآلة بالنسبة للجرار. وعملياً، ومع ذلك فقد وجد أنه إذا ما استعملت المسافة ٣٥٦ ملليمتر (١٤ بوصة) من نقطة الشبك إلى نهاية عمود الإدارة الخلفي

(٥٤٠ لفة/دقيقة) حسب المواصفات القياسية لجمعية ASAE فإنه من الضروري أن تكون الوصلة الخلفية أبعد قليلاً من نقطة الشبك للحصول على فعل تلسكوبي كافي للدورانات الحادة.




شكل ٣ ـ ١٥ : منظر أفقي لعمود الإدارة الخلفي مع وجود وصلتين من الوصلات عامة الحركة، لآلة مقطورة.

وبهذه الطريقة تكون الزاويتان للوصلتين غير متساويتين عندما تكون الآلة في حالة دوران (جدول ٣ ـ ٣) وهنا سوف يزداد تذبذب السرعة الزاوية كلما دارت الآلة في مكان ضيق جداً. والمسافات القياسية من ع أ خ لنقطة الشبك تكون أكبر للنظامين اللذين يعملان على ١٠٠٠ لفة/دقيقة (الجزء ٣ ـ ٢٦) وبالتالي تكون مشكلة عدم تساوي الزوايا قد تم تقليلها أو استبعادها لسرعة ع أ خ الأعلى.

جدول ٣ ـ ٣ مقارنة لزوايا الوصلات عامة الحركة
لعمود الإدارة الخلفي الموضح بشكل ٣ ـ ١٥ ، ٣ ـ ١٦

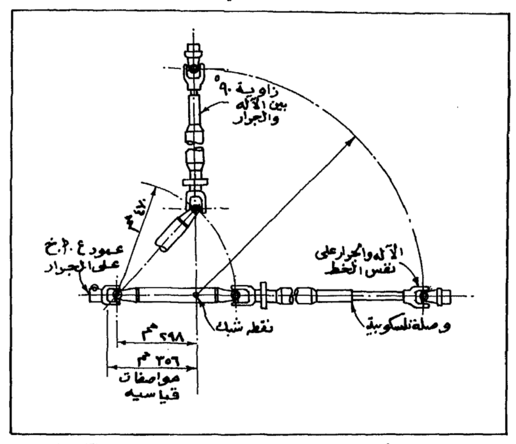
| الزاوية بين الآلة والجرار ، درجات | الزوايا في الوصلات عامة الحركة، درجات | | | |
|---|---|---|---|---|
| | نظام وصلتين | | نظام ثلاث وصلات | |
| | وصلة أمامية | الوصلة الثانية | وصلة أمامية | الوصلة الثانية |
| صفر | صفر | صفر | صفر | صفر |
| ٣٠ | ١٦ | ١٤ | ١٢ | ١٨ |
| ٥٠ | ٢٧ | ٢٣ | ٢١ | ٢٩ |
| ٧٠ | ٣٨ | ٣٢ | ٣٣ | ٣٧ |
| ٩٠ | ٥٠ | ٤٠ | ٥١ | ٣٩ |

وفي بعض الآليات المقطورة والتي بها وصلتين لنقل الحركة، تكون الوصلة الخلفية فيها على بعد خلف نقطة الشبك أكثر مما هو عليه في الشكل (٣ ـ ١٥)، عادة، بسبب أن هذا يكون مناسباً أكثر واقتصادياً، حيث توصل المفصلة الخلفية على عمود صندوق تروس والذي يكون ذي وضع ثابت لاعتبارات أخرى بدلاً من تركيب نظام الثلاث وصلات. وتسبب هذه الطريقة تغيرات كبيرة في السرعة في المنحنيات الضيقة، وبالتالي، يجب استعمالها فقط عندما يستلزم الأمر أحمالاً خفيفة نسبياً.

**٣ ـ ٢٨ عمود الإدارة الخلفي ذو الثلاث وصلات:**

شكل ٣ ـ ١٦ يوضح منظر أفقي لـ ع أ خ له ثلاث وصلات مع وجود عمود إدارة للآلة في نفس خط عمل ع أ خ على الجرار. لاحظ أن الفعل التلسكوبي يكون بين الوصلتين الأخيرتين، وبطول عمود ثابت بين الوصلتين الأماميتين. وهذه الطريقة من نقل الحركة تتطلب مسافة طولية أكبر مقارنة بتركيبة الوصلتين، ولكن يمكن أن تزود بمسافة تلسكوبية أطول. والتركيبة ذات

الثلاث وصلات تناسب للعمل في حاصدات الذرة، آلات التقطيع الحقلية، آلات الضم والدراس المقطورة وآليات أخرى قد يكون لها أجزاء طويلة. ولكنها ليست مناسبة لآليات بآلات القش والتي لها طول قصير.

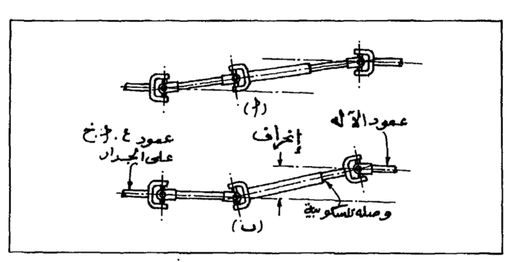



**شكل ٣ ـ ١٦: منظر أفقي لنقل الحركة بثلاث وصلات وفيها يكون عمود الآلة على نفس الخط مع ع أ خ على الجرار (F.M Potgieter Agr. Eng. Jan. 1952)**

ومع ثبات المسافة بين الوصلتين الأماميتين فإنه ـ هندسياً ـ لا يمكن أن تكون هذه الوصلات على مسافات متساوية من نقطة الشبك عند جميع زوايا الدوران للآلة. وبالتالي فهناك حل وسط يمكن عمله بجعل الوصلة الثانية أقرب ما يمكن لنقطة الشبك عندما لا تكون الآلة في حالة دوران وأبعادها أكثر من الوصلة الأمامية عندما تكون الآلة في حالة دوران وذلك على زاوية ٩٠° من الجرار.

ومع التركيبة الموجودة في شكل (٣ ـ ١٦) تعمل الوصلة الخلفية وهي مستقيمة في جميع الأحوال، وبالتالي تظهر اختلافات بسيطة في تذبذب السرعات . وزوايا الوصلتين الأماميتين موضحة في جدول ٣ ـ ٣ عند زوايا دوران مختلفة للآلة. لاحظ أن الوصلة الثانية لها زاوية أكبر عند زاوية دوان للآلة تعادل ٧٠° ولكن زاوية أصغر من الوصلة الأمامية عند زاوية دوران ٩٠° وذلك يعني أن نقل الحركة يكون صعباً عند دوران الآلة ٩٠°.

وإذا كان عمود الإدارة للآلة في وضع منحرف عن خط محور عمود الإدارة الخلفي للجرار، وبذلك تكون زاوية التشغيل العادية للعمود أو للعمودين الأوسطين أكبر من ١٥ إلى ٢٠° من خط عمل ع أ خ، فإن ذلك يؤدي إلى تغيرات كبيرة جداً في السرعة عند الدوران في المنحنيات الضيقة في الحقل.




شكل ٣ ـ ١٧ : منظر أفقي لنوعين من التركيبات لنظام الثلاث وصلات منحرفة عن مركز ع أ خ (لاحظ الاختلافات في تقارن الوصلة اليمنى في التركيبتين). .

ويوضح شكل (٣ ـ ١٧) إمكانية تركيبتين مختلفتين للحصول على انحراف عن محور ع أ خ. ومع توجيه الوصلات كما هو مشار إليه فكلا النظامين يوفر نظرياً قدراً من التجانس في السرعة للعمود المقاد عندما تكون الآلة والجرار على

نفس الخط. وفي الدورانات الضيقة، تعتبر التركيبة السفلى أفضل من العليا، حيث لها أصغر قيمة عظمى من زوايا الوصلات وتعطي تذبذباً أقل في السرعة الزاوية. وعند تواجد مقدار معين من الانحراف، فإن لهذا النظام قدر من العيوب حيث يتطلب زوايا أكبر للوصلات تحت أوضاع التشغيل العادية.

وبتطبيق طريقة تحليل المتجهات المشار إليها في الجزء ٣ ـ ٢٢ قد ينتج عنها مجموعات أفضل من زوايا الوصلات وعلاقات تقارن لوضع الأعمدة المنحرفة. وأية تركيبة تبدو ناجحة لا بد وأن تختبر على زوايا دوران مختلفة للآلة.

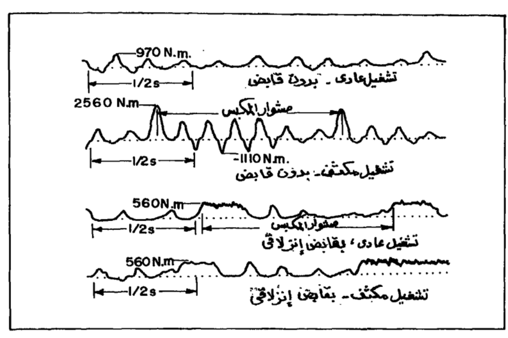
### ٣ ـ ٢٩ الأحمال العاملة على عمود الإدارة الخلفي:

لقد أشارت الدراسات المكثفة باستخدام الأجهزة الالكترونية والهيدروليكية السريعة الحساسية لقياس العزوم أن القدرة المتوسطة أو العزم المطلوب له تأثير بسيط جداً في أسس تصميم ع أ خ وأجزائه المستخدمة في الإدارة[٧]. وإن القيم القصوى اللحظية للعزم (تردد عالي) لها أهمية أكبر بكثير، وذلك لأنها تؤدي إلى إجهادات التعب. وهذه القيم العظمى للأحمال تختلف اختلافاً واسعاً وتتأثر بالعوامل الآتية (بالإضافة إلى زوايا الوصلات كما نوقشت في الجزء ٣ ـ ٢٣): ـ

١ ـ مقدار طاقة الحركة المخزونة في الأجزاء الدوارة بالجرار.
٢ ـ عزم القصور الذاتي للأجزاء الدوارة للآلة.
٣ ـ مقدار الرجوعية في نقل الحركة بين الأجزاء الدوارة الثقيلة للجرار والأجزاء الدوارة في الآلة المشغلة.
٤ ـ القدرة المتاحة لعمود الإدارة الخلفي من الجرار.
٥ ـ القيمة المتوسطة للقدرة المطلوبة لتشغيل الآلة.
٦ ـ أنواع الأحمال (أقصى عزم مطلوب للآلة).

والثلاثة عوامل الأولى سابقة الذكر لها تأثير كبير جداً على القيمة العظمى للعزم مقارنة مع العوامل الثلاثة الأخيرة[٧]. ويحدث هذا عندما يكون ع أ خ مستخدماً مع آليات مثل آلة عمل البالات، الطاحنة المطرقية، آلة تقطيع النباتات، آلة الضم والدراس والتي لها أحمال مختلفة قادرة على أن تسبب تغيرات مفاجئة في سرعة دوران ع أ خ. وقد قام هينسن[٧] بقياس أقصى قيمة وكذلك القيمة المتوسطة لعزم هذه الآليات وهي تعمل عند ظروف مختلفة والتي يمكن أن تواجهها عند ظروف الخدمة العادية. وقد أوضحت النتائج أنه ـ حتى عند التشغيل تحت الظروف العادية ـ كانت القيمة العظمى لعزم آلة عمل البالات من ٤ إلى ٦ مرات أكبر من القيمة المتوسطة له. ومع آلة التقطيع وآلة الضم والدراس كانت القيمة العظمى للعزم تحت ظروف عادية، حوالي ضعف قيمة العزم المتوسط.

وأقصى قيم للعزوم يمكن أن تحدد لأي قيمة مطلوبة باستخدام القابض الانزلاقي الذي يعمل بالاحتكاك في جهاز نقل حركة ع أ خ، كما هو موضح بالمنحنيين السفليين في شكل (٣ ـ ١٨). ومع ذلك فإن الآليات المعرضة أحياناً لتكوم المحصول بداخلها أو التي يحدث فيها تحميل زائد غير متكرر فإنه يمكنها أن تستفيد من حقيقة أن جهاز نقل حركة ع أ خ يمكن أن يمتص أحياناً الأحمال الغالية والتي تبلغ ضعف أقصى قيم مسموح بها لعمر التعب. ولا يمكن التوقع من جهاز الحماية بأن يحد من الأحمال لقيم في حدود مواصفات عمر إجهاد التعب ويسمح بأحمال التواء عرضية تعادل ضعف تلك القيمة. وفي هذه الحالات فإنه من المهم للغاية أن تكون ذروات الالتواء عالية التردد العادية للآلة في حدود قيم عمر التعب المحدد لجهاز نقل الحركة، وبذلك يمكن ضبط جهاز الحماية ليسمح بالأحمال الأعلى التي تحدث في بعض الحالات.




**شكل ٣ ـ ١٨ : مخططات بيانية لقياس عزم آلة عمل البالات المدارة بعمود الإدارة الخلفي مع وبدون القابض الاحتكاكي المنزلق (M.Hansen 7) .**

## ٣ ـ ٣٠ : توصيات بحدود أحمال ع أ خ :

يمكن أن تسبب الأحمال الزائدة على ع أ خ من الآلة إلى حدوث كسر مبكر، وذلك في أي من مكونات جهاز نقل الحركة للجرار أو الآلة . . ومصمم الآلة يعتبر المسئول عن بحث خواص أداء عمود الإدارة الخلفي والأحمال الواقعة عليه . . ولا بد أن يقوم بعمل التصحيحات العملية اللازمة التي تخفض من أقصى قيمة للعزم يمكن حدوثها. ومن المهم أن يراعى في التصميم أن تكون زوايا وصلات نقل الحركة عند أقل قيم لها أثناء التشغيل العادي (عدم دوران الآلة) ولا بد من توفر وسائل الأمان من الأحمال الزائدة عند الاحتياج إليها .

ولمساعدة مصنّعي الجرارات ومصنعي الآلات لإعطاء نظام نقل حركة مناسب لعمود الإدارة الخلفي ، فقد تبنت جمعية ASAE توصيات رسمية تحت

عنوان «متطلبات التشغيل لعمود الإدارة الخلفي» وهذه التوصيات[٢] تناقش أهمية الشبك الجيد، والفعل التلسكوبي لعمود توصيل القدرة، وإمكانية منع توقف عمل الوصلة عامة الحركة عندما تدور الآلة في منحنى ضيق. كما أنها توضح أيضاً أقصى عزم للتحميل.. الذي ربما يتعرض له عمود الإدارة الخلفي على الجرار، كما توصي بحدود العزم لوسائل حماية خط القدرة تحت أنواع مختلفة من التحميل.

وقد أوضحت الاختبارات أنه عند استعمال عمود تلسكوبي مربع لنقل مقدار كبير من العزوم فإن القوة المحورية اللازمة للفعل التلسكوبي يمكن أن تصل من ٦٥ إلى ٩٠ كيلونيوتن [١٥٠٠ إلى ٢٠٠٠ رطل قوة]، حتى لو كانت الوصلة مشحمة[١٥]... وعمود غير مشحم قد يتطلب ٩٠ كيلو نيوتن لتوصيل ١٥ كيلو وات فقط [ ٢٠ حصان ] .

وللحماية من الأضرار نتيجة القوة التلسكوبية الزائدة، فقد وضعت جمعية ASAE مواصفات بأن الآلة التي لها سعة تحميل مع ع أ خ لعزم مستمر يزيد على ٣٤٠ نيوتن. متر [٣٠٠٠ رطل قوة. بوصة] (والتي تعادل ٣٥ كيلو وات [٤٧ حصان] عند ١٠٠٠ دورة/دقيقة و ١٩ كيلووات [٢٦ حصان] عند ٥٤٠ لفة/دقيقة) يجب أن تكون مجهزة بأنبوبة تلسكوبية قليلة الاحتكاك وغير قادر على توصيل قوة محورية أكثر من ٦,٦٧ كيلو نيوتن [١٥٠٠ رطل ـ قوة]. وتتاح أعمدة نقل الحركة بقطاعات تلسكوبية سواء التي تتحرك على كرات محيطية أو بدونها لتلائم هذا الاحتياج.

# مراجـع

1 - ADAMS, J.,Jr. V - belt design for farm machinery. Agr. Eng., 42:348 - 349, 353, July, 1961.
2 - Agricultural Engineers Yearbook, 1976. ASAE St.Joseph, Mich.
3 - BERRY,J. H., and C.L. CALLUM. Speed fluctuation in multijoint power lines. Agr. Eng. 34:308 - 311, May, 1953.
4 - CURTIS, G.W. Tapered roller bearing practice in current farm machinery applications, Agr. Eng., 30:295 - 293, June, 1949.
5 - EDGERTON, W. R. Self - lubricating chain drives in farm machinery design. ASAE Paper 64 - 610, Dec., 1964.
6 - Gates Agricultural V - belt Drive Design Manual. The Gates Rubber Co. Denver, Colo., 1976.
7 - HANSEN, M. Loads imposed on power - take - off shafts by farm implements, Agr. Eng., 33:67 - 70, Feb., 1952.
8 - HETH, S. C. Development of safety clutch for tractor PTO drives. SAE Preprint 589. 1955.
9 - HOWE, R.S. Jr. and G.H.RALEY. Trends in ball bearing design for farm machinery. Agr. Eng. ,39:152 - 155, 171 - 172, Mar., 1928.
10 - KIMMICH, E. G. , and W.Q. ROESLER. Variable - speed V - belt drives for farm machines. Discussion by L.J. Confer and W.S. Worley. Agr. Ang. 31:334 - 340, July, 1950.
11 - KUETHER, D.O. Farm equipment bearing developments. Implement and Tractor, 80 (22):20 - 22,.53, Oct. 21, 1965.
12 - Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers, 7 th Edition, Section 8, P. 88. T. Baumeister, Editor-in-Chief. McGraw-Hill Book Co., New York, 1967.
13 - MOOERS, N.F., and R.J.MATT. Evaluating an agricultural ball - bearing seal. Agr. Eng. 50:582 - 585, Oct., 1969.
14 - PEACE, B.L. Chains. Mechanical Drives Reference Issue, Chapter I. Machine Design, 39 )22(: 4 - 7, Sept. 21, 1967.
15 - SAIBERLICH, E. W. Why telescoping PTO's don't telescope - easily. SAE J., 68(1):49 - 50, Jan., 1960.

16 - STEPHENS.. C. A. Oil seals and lubricants. 46:264 - 267, 275, May, 1965.
17 - THUERMAN, J.H. and E.A. PAUL. Recent agricultural chain developments. Agr. Eng. 37:613 - 617, Sept. 1956.
18 - Universal Joint Lauout and Selection Data Book. Rockwell - Standard Corp., 1964 (now North American Rockwell Corp., Detroit, Mich).

# مسائل

٣ - ١ قطاع HB لسير - V يستخدم لتوصيل قدرة ٥ كيلووات عند سرعة سير ١٧ م/ث وزاوية الميل بين جانبي السير لمقطعة هي ٣٨° وكثافة السير ١,٢٥ جرام / سم[٣] . وقوس التماس على البكرة الصغيرة هو ١٥٠° . ويتم الحصول على الشد بواسطة تغيير مواضع طارة الشد ( بطريقة غير أوتوماتيكية ) .

احسب :

أ - $T_t$ ، $T_s$ .

ب - قوة الشد الناتجة عن الطرد المركزي و $T_c$ .

٣ - ٢ سير - V يعمل على بكرتين لهما قطر خارجي فعال يعادل ١٢٥ مم و ٣٤٨ مم وعمود واحد يتحرك، والمسافة بين المركزين طولها ٤٦٠ مم .

أ - باستخدام المواصفات القياسية لجمعية ASAE , S211 والمثال المذكور فيها . . اختر أنسب طول طبيعي فعال للسير من النوع HA ثم احسب أقصى وأقل مسافة بين المركزين المطلوبة للتركيب .

ب - احسب عدد الدورات في الدقيقة للبكرة الكبيرة إذا كانت البكرة الصغيرة تدور على سرعة ١٢٥٠ لفة/ دقيقة .

٣ ـ ٣ ارسم بمقياس رسم نظام نقل حركة المتغير السرعات من النوع الموجود في شكل ٣ ـ ٦ ب. . . . وافرض أنه عند أقصى حد لمجال السرعة (موضح في شكل ٣ ـ ٦ ب)، أقطار الخطوة في البكرة، من القمة إلى القاع، هو ١٥٢ و ٢٥٤ و ١٣٧ و ٢٢٩ مم والمسافة بين المركزين من البكرة العليا إلى البكرة المتحكم في سرعتها هي ٤٦٠ مم وكذا المسافة بين مركز البكرة المتحكم في سرعتها للبكرة السفلى هي ٤٣٠ مم، والزاوية بين الخطين الذين يصلا للثلاثة مراكز هي ١٠٠°. حدد مسار حركة عمود البكرة القائدة والذي يجعل مجموع أطوال السيور المطلوبة ثابتاً . ارجع إلى المواصفات القياسية ASAE رقم S211 لطريقة حساب العلاقة بين طول السير والمسافة بين المراكز، أو استخدم الطريقة التخطيطية للرسم بمقياس رسم كبير. . ارسم على أقل تقدير أربع نقط على طول المسار. حدِّد الافتراضات الأساسية ووضح الطريقة المستخدمة في الحل .

٣ ـ ٤ بكرة متحكم في خطوتها، قطرها الخارجي ٣٣٠ مم، تعمل على سرعة ثابتة باللفة / دقيقة. . تستخدم سير V بقطاع HK لقيادة بكرة متحكم في خطوتها لها قطر خارجي ٣٠٥ مم. المسافة بين المراكز للعمودين ثابتة. كما هو موضح (بشكل ٣ ـ ٦ أ) استخدم الأبعاد الموضحة في جدول ٣ ـ ١ ، احسب نسبة أقصى سرعة لفة / دقيقة إلى أقل سرعة لفة / دقيقة للبكرة المقادة .

٣ ـ ٥ أ ـ احسب النسبة المئوية النظرية للاختلافات في السرعة لجنزير عند تركه للعجلة المسننة التي تحتوي على ٨ أسنان تدور على سرعة منتظمة .

ب ـ أعد الحسابات لعجلة مسننة لها ١٨ سنة ( وهي حوالي أقل مقاس

تستخدم عادة مع السرعات العالية ) .

٣ ـ ٦ عجلة مسننة تحتوي على ٩ أسنان تعمل على سرعة ٢٠٠ لفة/ دقيقة تقود عجلة مسننة عليها ٢٣ سن بواسطة جنزير رقم ٤٥ ولها حلقات من الصلب. والخطوة لهذا الجنزير تعادل ٤١,٤ مم وأقصى قوة يتحملها تعادل ٩,٣٤ كيلونيوتن.

احسب :

أ ـ السرعة المتوسطة للجنزير بالمتر / ث .

ب ـ أقصى قدرة يمكن توصيلها بالكيلووات.

جـ ـ العزم المتوسط المؤثر على العمود المدار عندما تكون أقصى قدرة هي التي يتم توصيلها .

٣ ـ ٧ أ ـ حدد وضع مسمار قص من الصلب الموجود على شفة تركيب (flange) قطره ٢,٣٨ مم. ( $S_s = 3110$ Mpa ) والذي سوف ينكسر عند ٤,٥ كيلووات عندما تكون السرعة ٦٥٠ لفة/ دقيقة .

ب ـ احسب قطر مسمار القص المطلوب إذا كان قطر العمود ٢٥ مم.

٣ ـ ٨ وصلتين عامة الحركة في أزواج تعملان على زوايا توصيل ٣٠° و ٢٢° بالترتيب. فإذا كان عمود الدخول والعمود المتوسط وعمود الخروج كلها تقع في نفس المستوى، وتكون المقرنات على نهايتي العمود الأوسط على نفس الخط .

أ ـ احسب التقدم أو التأخر في كل وصلة لكل زيادة قدرها ١٥° من الدوران في عمود الدخول ، من صفر إلى ٩٠° دوران.

ب ـ ارسم تغير التقدم أو التأخر مع درجات الدوران لعمود الدخول، مبيناً منحنى لكل وصلة وآخر للنظام كله. وفي كل منحنى لكل وصلة وضح مكان حدوث أعلى قيمة .

جـ ـ ما هي التغيرات التي يمكن إدخالها على هذا النظام للحصول على دوران منتظم لعمود الخروج ؟

٣ ـ ٩ افترض أن $\omega_1$ ، $\omega_2$ و $\omega_3$ هي السرعة الزاوية اللحظية لأعمدة الدخول، المتوسط والخروج لمجموعة منفصلة في نظام نقل حركة ذو وصلتين .

أ ـ افترض أن الوصلتين عند ٩٠° زاوية تقارن ولهم زوايا وصلية $\alpha_1$ و $\alpha_2$ . استنتج معادلة لحساب أقصى قيمة لنسبة السرعات $\frac{\omega_3}{\omega_1}$ خلال كل دورة. وعند أي قيمة من $\phi_1$ تحدث أقصى نسبة ؟ ( لاحظ أنها تعتمد على ما إذا كانت $\alpha_2$ أكبر أو أصغر من $\alpha_1$ ) .

ب ـ قارن نسب السرعة القصوى عند ٣٠° ، ٥٠° و ٧٠° من زوايا دوران الآلة لكل من النظامين الموضحين في جدول ٣ ـ ٣. وفي كل حالة أعطِ قيمة لـ$\phi_1$ والتي يحدث عندها أقصى قيمة للنسبة .

٣ ـ ١٠ أ ـ لكل تصميم من التصميمات لـ ع أ خ الموضح في شكل ٣ ـ ١٥ و٣ ـ ١٦، احسب قيمة الفعل التلسكوبي المطلوب لدوران الآلة عند زاوية ٩٠° .

ب ـ لكل تصميم، احسب الكمية الإضافية المطلوبة من الفعل التلسكوبي إذا كانت العجلة الخلفية الداخلية للجرار ساقطة في حفرة عمقها ٣٠٠ مم عندما تدور الآلة بزاوية مقدارها ٩٠°، المحور المركزي لعمود الإدارة الخلفي في الجرار على بعد ٢٠٠ مم أعلى من مستوى نقطة الشبك على عمود الشد والعجلة الخلفية للجرار قطرها ١,٥٢ متر . افترض أن العمود يبقى أفقياً .

# الباب الرابع
# توصيل القدرة الهيدروليكية والتحكم في الآليات

# الباب الرابع
# توصيل القدرة الهيدروليكية والتحكم في الآليات

## ٤ ـ ١ مقدمـة:

لقد استخدم التحكم الهيدروليكي ومحثات ضبط العمق أو وضع الآليات والوحدات الوظيفية بطريقة مركزة لعديد من السنوات. وقد استخدمت أنظمـة التحكم الهيـدروليكي في الجرار لـلآلات المقطورة أو المعلقـة، حيث تعتبر الاسطوانات الهيدروليكية الموجودة في الآليات المقطورة هي جزء من أنظمـة الجرار. كما أن لمعظم الآليات ذاتية الحركة نظام تحكم هيدروليكي.

ويحتاج مصمم الآلة لأن يكون على علم تام بأنواع الأنظمة الهيدروليكية في الجرار لكي يتمكن من استخدامها الاستخدام الأمثل. فيجب عليه أن يعمل إلى جانب مهندس الجرارات حتى يتأكد من أقصى توافق بين إمكانات الجرار والاحتياجات المطلوبة للآلة. ويتحمـل مصمم الآلة مسئولية كـاملة لأي نظام هيدروليكي يستعمل في الآليات ذاتية الحركة.

وبالإضافة إلى أن أنظمة التحكم الهيدروليكي تكون مزودة بأذرع تحكم مـريحة في وضعهـا وسهلة في تشغيلها، فهي أيضـاً مرنـة للغايـة فيما يختص بـإمكانيـة تطبيقـاتهـا المختلفـة ويمكن أن تثبت أجـزاء الـنظام الهيـدروليكي (اسطوانات، موتورات.. إلـخ) فـي أي مكان حسب الـطلب على الجرار أو الآلة حيث ينتقل الزيت إليها ومنها عبر أنابيب مرنة. ويمكن أن يتم تغيير العمق

أو وضع الآلة بسهولة وأمان أثناء تحرك الآلة، كما يمكن أيضاً التحكم في سرعة هذا التغيير. وبوضع أجهزة الاستشعار المناسبة، فإن الاسطوانات يمكن أن تتحرك أتوماتيكياً لتغيير بعض الأوضاع كما هو الحال في التحكم الأوتوماتيكي في قوة الشد اللازمة أو التحكم الأوتوماتيكي في ارتفاع جهاز الحصد عن الأرض في آلة الضم والدراس.

وفي عام ١٩٧٠، أصبح متاحاً في الأسواق نظام جهاز كهربائي للتحكم من على بعد ليحل محل بعض العمليات اليدوية على الآليات المتطورة(١٥). ويصمم هذا النظام للعمليات التي تتطلب قدراً قليلاً من القوة والغرض منها هو استكمال أنظمة التحكم الهيدروليكي. وتعطي آلات تقطيع النباتات مثالاً على ذلك، حيث يمكن أن تستخدم فيها وحدات تزود بموتور كهربائي لتوجيه مسار التصرف، وتغيير زاوية التوجيه لجهاز النقل والتحكم في قيادة بكرات التغذية. أما التحكم اليدوي في هذه العمليات بواسطة سائق الجرار من خلال حبال أو روافع أو أعمدة حركة يكون غير ملائم وقد يشكل خطورة في أحسن الظروف، ويصبح صعباً وغير عملي، على وجه الخصوص، عندما يكون الجرار مركباً عليه كابينة للقيادة. وفي التطبيقات التي تتطلب قوى صغيرة، تعتبر المحثات الكهربائية أبسط وأصغر حجماً وأقل تكلفة من المحركات أو التحكمات الهيدروليكية(١٥).

ومن أهم الإنجازات في مجال الآليات الزراعية في الستينات هي التطبيقات الجديدة في مجال الدفع الهيدروستاتيكي في الجرارات والآليات ذاتية الحركة، والزيادة الكبيرة في استخدام أجهزة الإدارة الهيدروستاتيكية (المحرك الهيدروليكي) وذلك لبعض أنواع الوحدات الوظيفية على آليات الحصاد ذاتية الحركة وفي بعض الآليات المقطورة.

والمحركات الهيدروليكية تعطي تغييراً مستمراً للسرعة عند مختلف

مستويات التحميل وتتميز بسهولة عملها عند عكس اتجاه الحركة، وكذلك في التحكم الأتوماتيكي في التحميل الزائد بواسطة صمام أمان للضغط كما أنه لا يحدث أي عطل نتيجة لانخفاض السرعة في المحركات الهيدروليكية.

والمحركات الهيدروليكية تبسط عملية نقل القدرة إلى أماكن يمكن التحكم فيها من على بعد وغير قريب من مصدر القدرة كما أنها مفيدة في حالة الآليات المعقدة في نظام إدارتها . وهي أيضاً أفضل من الأنظمة الميكانيكية حتى إذا ما كانت الوحدة المطلوب نقل القدرة لها تتحرك في أوضاع مختلفة كثيرة بالنسبة إلى مركز توليد القدرة .

والنظم الهيدروليكية لتوصيل القدرة أغلى في الثمن من النظم الميكانيكية ولذلك فهي تستخدم أساساً في الأحوال التي تكون فيها خواص الأداء التي ذكرت في الفقرة السابقة مهمة بالقدر الذي يبرر التكلفة الإضافية أو عندما يكون معدل استعمال الآلة السنوي مرتفعاً نسبياً. والمضخات والمحركات الهيدروليكية عادة ما تكون كفاءتها من ٧٥ إلى ٩٠ ٪ ولكن النظم متعددة الأغراض يمكن أن تكون ذات كفاءة منخفضه جداً وعلى وجه الخصوص عندما تكون مكونات النظام غير متزنة ومتلائمة بالنسبة للضغط ومقدار التصرف المطلوب. والكفاءة المنخفضة ليست بالشيء الخطير لنظام تشغيل متقطع ولكنها تكون موضع اعتبار في العمليات المستمرة وذلك لارتفاع كمية الحرارة المتولدة وللفقد في طاقة الحركة .

### ٤ ـ ٢ المكونات الأساسية لنظام هيدروليكي:

في الأنظمة الهيدروستاتيكية لتوصيل القدرة يتم نقل القدرة من المضخة إلى واحدة أو أكثر من المحثات في ممرات مغلقة ويتم ذلك عادة عند ضغوط عالية نسبياً وسرعات منخفضة نسبياً. والقدرة الداخلة والخارجة عند تصرف معين تنعكس في شكل تغير في الضغط الإستاتيكي للمائع. وعلى العكس من

ذلك فإن أجهزة الإدارة الهيدروديناميكية، كما في محولات العـزوم، تستخدم السرعات العالية للمائع، ونقل الطاقة من وحدة الإدخـال إلى وحدة الإخـراج يأتي أساساً من تغير في طاقة الحركة للمائع. وجميع النظم الهيدروليكية التي سوف تناقش في هذا الباب تعمل على أسس هيدروستاتيكية.

والمكونات الأساسية لأي نظام هيدروليكي تشتمل على خزان ومضخـة وواحدة أو أكثر من المحثات. صمامات تحكم، والتوصيلات المساعدة. وفي حالة مضخة ذات إزاحة ثابتة أو نظام له دورة مغلقة فلا بد من وضع واحـد أو أكثر من صمامات تخفيف الضغط لحمايـة مكونـات النظام، وكـذلك تكـون صمامات تخفيف الضغط مطلوبة للحماية الإضـافية عنـد استعمال مضخـات ذات تصـرف متغيـر ومـزودة بنـظام تعـويض ضغط. ولا بـد من استخـدام المرشحات المنـاسبة وكـذلك الـزيوت التي تتميـز بخواص أداء تـلائم النظام الهيدروليكي. وعندما تكون القـدرة المنقولـة كبيرة وبصـورة مستمرة تستخـدم مبدلات حرارة لتبريد الزيت.

**٤ ـ ٣ أنواع النظم الهيدروليكية:**

يمكن تقسيم النظم الهيدروليكية المستخدمة في الآليات الزراعيـة إلى الأنواع التالية:

١ ـ أنظمة ذات تصرف ثابت وضغط متغير.

٢ ـ أنظمة الضغط الثابت.

٣ ـ أنظمة ذات التصرف المتغير، الضغط المتغير.

وفي نظام التصرف الثابت تعمل مضخة ذات إزاحة ثابتة باستمرار، وفيها يمكن إرجاع السائل مرة أخرى على ضغط منخفض إلى الخزان بواسطة ممر جـانبي عندمـا لا تكون هنـاك حاجـة لاستخدامـه. والنظامين الأكثـر شيوعـاً للممرات الجانبيـة هو استخـدام صمام ذي مـركز مفتـوح أو من خلال الممـر

الجانبي لصمام ذي دليل. وعندما يكون الصمام ذو المركز المفتوح في الدائرة في وضع التعادل يعطي هذا الصمام مساراً جانبياً للزيت ليمر من خلاله إلى الخزان. وفي حالة أنظمة الصمامات الدليلية تكون كل صمامات التحكم من النوع ذي المركز المغلق. وعندما تكون جميع الصمامات في وضع التعادل يفتح صمام الممر الجانبي ليسمح بتصرف المضخة بالتوجه إلى الخزان عند ضغط منخفض. هذا النظام سوف يناقش بالتفصيل في الجزء ٤ ـ ٤ ـ ١.

إن معظم الآليات التي تحتوي على نظام هيدروليكي (غير المحركات الهيدروستاتيكية) وفي أغلب الجرارات الصغيرة والمتوسطة الحجم يستخدم فيها نظام التصرف الثابت. وهذا النظام بسيط ومناسب للأنظمة التي تستلزم أداء متقطعاً لعدد محدود من العمليات المحكومة. وضغط التشغيل يكون حينذاك مرتفعاً إلى الدرجة المرغوبة لعملية معينة عند وقت معين، بينما تعمل المضخة عند حمل منخفض عندما لا تكون مطلوبة للتشغيل. وعندما تكون سعة المضخة أكبر من ٣٨ إلى ٥٧ ليتر/دقيقة [١٠ إلى ١٥ جالون في الدقيقة] فإن الفقد في الضغط من خلال الصمام ذي المركز المفتوح أو صمام الممر الجانبي يكون بالقدر الذي يسبب مشاكل ارتفاع حرارة الزيت. ولمعظم الجرارات الصغيرة والمتوسطة الحجم والتي لها نظام تصرف ثابت يكون لها مضخة بسعات من ١٩ إلى ٣٨ لتر/دقيقة [٥ إلى ١٠ جالون في الدقيقة]، ولكن تتعقد الأمور لو أريد تشغيل عمليتين أو أكثر في آن واحد.

ونظم الضغط الثابت ليست شائعة الاستعمال في الآليات، ولكن زاد استعمالها مع الجرارات الكبيرة. وأحد الطرق المتبعة للمحافظة على ضغط ثابت هو استخدام مضخة ذات إزاحة متغيرة، ومعوضة للضغط وهي عادة ما تكون من النوع ذات المكابس القطرية (الجزء ٤ ـ ٤). وإزاحة المضخة (وبالتالي تصرفها) تتغير بتغير الضغط في النظام ليقابل احتياجات التصرف المطلوبة وفي نفس الوقت يتم الاحتفاظ بمستوى للضغط المحدد سابقاً. وهناك

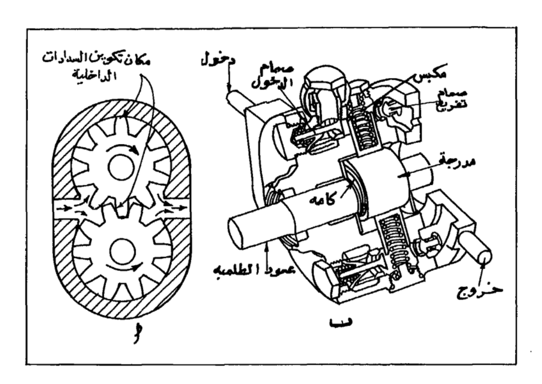
طريقة أخرى تستخدم تركيبة من خزان تجميع به غاز مضغوط في الجزء العلوي منه وطلمبة ذات تصرف ثابت وصمام تفريغ بممر جانبي للمضخة. وفي هذا النظام ذي خزان التجميع يتغير الضغط بين قيمتين سبق تحديدهما كحد أقصى وأدنى للضغط وهما قد يختلفان فيما بينهما بحوالي ١٠ إلى ١٥ ٪. والتغير في حجم الغاز كلما سحب الزيت من الخزان أو دفع إليه يعمل على توفير سعة تخزينية محددة لتفي باحتياجات الضغط المطلوب بين القيمتين.

ونظام الضغط الثابت يوفر مرونة عالية أكثر من نظام التصرف الثابت، ويتميز بصمامات أبسط ودوائر متعددة الأغراض. ويكون كل الضغط متاحاً لأداء أي عدد من العمليات في نفس الوقت بحيث لا تؤثر أية عملية على الأخرى. وتكون الاستجابة سريعة حيث أن الضغط متاحاً دائماً . ولكن عندما يكون هناك احتياج للمضخة ، فيجب أن تعمل في مواجهة الضغط بأكمله بالرغم من أن الاحتياج قد يكون لضغط منخفض . وعملية الاختناق المطلوبة لتقليل الضغط للحد المطلوب للمحثات ينتج عنها حرارة والتي لا بد أن يتم التخلص منها حيث تمثل في الحقيقة طاقة مفقودة .

الضغط المعبر لأنظمة التصرف الثابت والضغط المتغير في الجرارات يكون غالباً في حدود من ٨ إلى ١٤ميجابسكال [١٢٠٠إلى ٢٠٠٠ رطل/بوصة مربعة] بينما يكون الضغط في أنظمة الضغط الثابت من ١٢ إلى ١٨ ميجابسكال [١٨٠٠ إلى ٢٦٠٠ رطل/بوصة مربعة ] . وتثبت صمامات تخفيف الضغط عادة عند حوالي ٢٥٪ أعلى من ضغط النظام.

وأنظمة التصرف المتغير، والضغط المتغير هي في الأساس دوائر مغلقة، حيث يمر الزيت في دائرة مغلقة بين المضخة والمحرك. ويتم تغيير التصرف عادة بتغيير إزاحة المضخة أو بتغيير سرعتها. ويتغير الضغط تلقائياً ليستوعب التحميل على المحرك عند أي تصرف معين. وتعتبر المحركات الهيدروستاتيكية

التي سوف تناقش في الجزء ٤ ـ ٥ ـ ٢ مثالاً على النظم ذات الدوائر المغلقة.

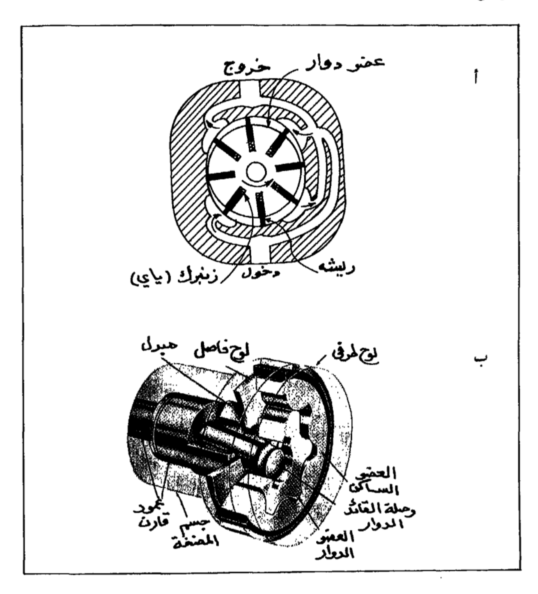



شكل ٤ ـ ١ أ ـ مضخة ترسية خارجية . ب ـ مضخة ذات إزاحة ثابتة مع مكبس قطري وكامة دوارة ( Courtesy of Deer and Co ) .

## ٤ ـ ٤ المضخات الهيدروليكية :

تستعمل المضخات الترسية الخارجية (شكل ٤ ـ ١ أ) على نطاق واسع في الأنظمة الهيدروليكية التي يصل الضغط فيها إلى ١٤ ميجابسكال [٢٠٠٠ رطل / بوصة مربعة]. وهي عادة بسيطة وصغيرة الحجم وأقل تكلفة من المضخة المكبسية. والكفاءة الحجمية فيها تكون عادة مرتفعة وتصل إلى ٩٠٪، ولكن يمكن أن تقل كثيراً عن ذلك نظراً للتسرب الداخلي فوق التروس. وهناك نوعان آخران من المضخات حيث تتكون من ترس داخل ترس

آخر (النوع ذو التروس الداخلية) أو ترس داخلي دوار كما في شكل ٤ ـ ٢ ب. وتستعمل مضخات ريشية أحياناً في بعض الآليات الزراعية وهي مماثلة لمحرك الريش الموضح في شكل ٤ ـ ٢ فيما عدا أنه لا يوجد احتياج ليايات الريش.




شكل ٤ ـ ٢ أ ـ محرك ريشة متزن . ب ـ محرك ترسي دوار داخلي ( b - Courtesy of Deer and Co. ) .

وتستخدم المضخات متعددة المكابس عادة عندما يكون الضغط المطلوب أعلى من ١٤ ميجابسكال [٢٠٠٠ رطل/ بوصة مربعة] وقلما تستخدم عند ضغط أقل من ١٠ ميجابسكال [١٥٠٠ رطل / بوصة مربعة] وذلك لثمنها المرتفع وتعقيدها بالمقارنة مع المضخة الترسية أو الريشية. والمضخة المكبسية تتميز بكفاءة حجمية وكلية عالية. والمضخات ذات المكبس القطري كما في النوع الموضح في شكل ٤ ـ ١ ب هي عادة ما يكون لها من ٨ إلى ٩ أسطوانات وتستخدم في الجرارات التي تعمل على أنظمة الضغط الثابت . وفي تصميم آخر ( غير موضح ) والذي يوضع فيه زيت منضغط في علبة عمود الكرنك يتم التحكم في طول مشوار المكبس بتوقف المكبس بعيداً عن الكامة عندما يكون مطلوباً تصرف أقل للزيت وبالتالي يتم الحصول على إزاحة متغيرة للمضخة .

والمضخات ذات المكبس المحوري قد تكون المكابس فيها موازية لعمود الإدارة (نوع على خط واحد) أو قد يكون الغلاف والأسطوانات الموازية على زاوية من عمود الإدارة (نوع المحور منحني). ومع نوع الخط الواحد (شكل ٤ ـ ١٠)، فإن الحركة الدورانية النسبية بين القرص المتراوح المائل وكتلة جسم الاسطوانات تسبب تحرك المكبس للداخل والخارج. ويعتمد طول مشوار المكبس على مقدار ميل القرص المتراوح. وفي المضخة متغيرة الإزاحة، تدور كتلة جسم الأسطوانات ويتم التحكم في ضبط زاوية ميل القرص المتراوح لتسمح بتغيير معدل تصرف الزيت واتجاه السريان. ويكون للمضخة ذات التصرف الثابت قرص متراوح عند زاوية ميل ثابتة، مشابه للمحرك الموضح في الجهة اليمنى من شكل ٤ ـ ١٠، وقد يدور أي من القرص المتراوح أو كتلة جسم الاسطوانات. والمضخة ذات المكبس المحوري تستخدم أساساً في الآليات الزراعية وأيضاً في المحركات الهيدورستاتيكية.

**٤ ـ ٥ المحركات الهيدروليكية:**

تحول المحركات الهيدروليكية القدرة الهيدروليكية إلى ميكانيكية دورانية. والمحركات الهيدروليكية تشابه في تصميمها المضخات الهيدروليكية وتتوفر في الأسواق الأنواع العامة منها. وبعض الوحدات يمكن أن تستخدم لغرضين إما محرك أو مضخة. والمحركات الترسية الخارجية (كما في شكل ٤ ـ ١ أ) والمحركات الترسية الداخلية (شكل ٤ ـ ٢ ب) ومحرك الريش المتزن (شكل ٤ ـ ٢ أ) تستعمل بكثرة في الآليات التي تستخدم القدرة الهيدروليكية لتشغيل المكونات الوظيفية للآلات.

وتستعمل المحركات ذات المكبس المحوري في المحركات الهيدروستاتيكية للآليات ذاتية الحركة (شكل ٤ ـ ١٠). وكما في المضخات ذات المكبس المحوري، فهي قد تكون ذات إزاحة ثابتة أو متغيرة. ومع ذلك فإن المحرك ذي الإزاحة المتغيرة هو لا إنعكاسي عند التحميل وذلك لأن نسبة السرعات تقرب من ما لا نهاية عندما تقترب إزاحة المحرك من الصفر. والحد الأدنى للإزاحة عادة ما يحدد بواسطة مانعات ميكانيكية عند حد نصف أقصى إزاحة.

والمحرك الموضح في شكل ٤ ـ ٢ ب هو نموذج شائع الاستعمال من النوع ذي التروس الداخلية أو النوع الدوار الذي يكون له عزم خروج مرتفع ويكون مناسب للعمل عند سرعات منخفضة تصل إلى حد ١٠ لفات/ دقيقة. والعضو الدوار له سنة واحدة أقل من العضو الثابت ولذلك يصبح شكل المقطع بحيث تكون كل سنة دوارة في حالة التصاق دائم مع العضو الثابت وبالتالي تعمل كسدادات مستمرة. وكلما دار العضو الدوار حول المحيط الداخلي للعضو الثابت، في مدار فلكي حول مركز العمود، فإن تداخل الأسنان وانفصالها يحدث تأثيراً مشابهاً لفعل المكبس. ويوجد صمام بدال يدور مع العمود، ويقوم بدفع الزيت إلى داخل وخارج كل فراغ بين أسنان العضو الثابت

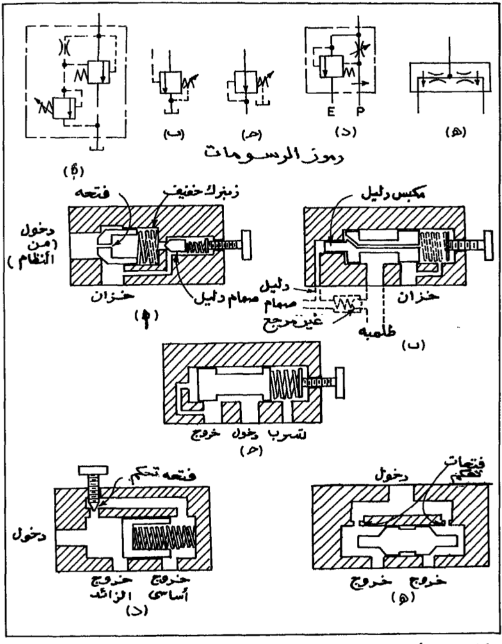
عند كل انفصال وتداخل للأسنان. ويقوم الزيت الداخل تحت ضغط بدفع السنة للانفصال وبذلك يتسبب في دوران العضو الدوار والعمود.

والمحركات ذات الريش عادة تكون من النوع المتزن كما في شكل ٤ ـ ٢ أ. والمحرك غير المتزن يكون له عضو دوار دائري داخل إطار غير مركزي وغطاء دائري وله مدخل واحد ومخرج واحد. والفرق بين ضغط الدخول والخروج يؤدي إلى حالة عدم اتزان في القوة والتي تسبب أحمالاً كبيرة على كراسي التحميل. والنوع المتزن له مدخلان يبعدان عن بعضهما بزاوية ١٨٠°، ومخرجان. وفي كلا النوعين فإن الريش المنزلقة في تجاويف العضو الدوار تكون منفرجة للخارج لتلامس الإطار الخارجي وذلك بفعل يايات وقوة الطرد المركزي. واليايات مهم وجودها في المحركات (ولكن ليس في المضخات) لتعمل كسدادات عندما تأخذ الوحدة في التسارع. ويقوم الزيت الداخل تحت ضغط بدفع الريش لإحداث الدوران.

واختيار نوع المحرك لتطبيق معين يتطلب أخذ بعض العوامل بعين الاعتبار مثل تكلفة الكيلووات من القدرة، مجال الضغط، مجالات سرعة التشغيل، مواصفات العزم الابتدائي، الكفاءة الحجمية، الكفاءة الكلية، مدى الاحتياج إلى عكس الحركة، الكتلة، والحجم الطبيعي. وهذه العوامل وغيرها قد قورنت بتوسع في المراجع ٦، ٧و٩. وعموماً، تكون المحركات ذات المكابس هي الأعلى كفاءة (٨٥٪ إلى ٩٥٪ كفاءة كلية) وهي الأكثر مرونة وتقبلاً للتغير وأكثرها تكلفة. والكفاءة الكلية عادة ما تكون من ٦٠ إلى ٩٠٪ لمحركات التروس ومن ٧٥ إلى ٩٠٪ لمحركات الريش[٩].

## ٤ ـ ٦ صمامات التحكم الاتجاهية :

تقوم صمامات التحكم الاتجاهية في بدء، وتوقف وتوجيه سريان المائع إلى الأسطوانات والمحركات والمحثات الأخرى. وصمامات نوع المكب (Spool-type) هي الأوسع انتشاراً وذلك للتنوع الكبير التي توفره في طريقة تركيبها ولأنها متزنة من الناحية الهيدروليكية. وانسياب السائل بين الفتحات




شكل ٤ ـ ٣ : أ ـ صمام تخفيف الضغط يعمل بالتوجيه.
ب ـ صمام التفريغ ذو التأثير المباشر. جـ ـ صمام تخفيض الضغط ذو الفعل المباشر.
د ـ صمام يضبط ويعوض الضغط بواسطة ممرات جانبية أو مجزء للسريان.
هـ ـ صمام معوض للتصرف بالتناسب بتجزيء السريان أي من هذه الصمامات يمكن ضبطه أو عدم ضبطه، الرموز المرسومة الموضحة بأعلى سوف تناقش في الجزء ٤ ـ ١١.

الحلقية يتم التحكم فيه بـواسطة مـوصلات على مكب منـزلق يغطي ويكشف الفتحات ( شكل ٤ ـ ٥ ، ٤ ـ ٦ ) . وحواف الموصلات يمكن أن تكون على شكـل حـزة أو مستـدقـة أو شـطف لتهيـيء تحكم أفضـل عنـد معـدل معين للسريان .

والصمام المكب لا بد أن تكون صناعته دقيقة جداً وعالية الجودة ومطابقة تماماً للقياسات المطلوبة لتقليـل التسرب بعـد المكب. وفي النظم المتعـددة الأغراض قد يمكن رص عـدد من الصمامـات في مجموعـة متضـامـة كما في (شكل ٤ ـ ٦) ويمكن تشغيل الصمام باليد أو آلياً أو هيدروليكياً أو كهربائياً أو بواسطة الهواء المضغوط .

وصمام ضبط الاتجاه يسمح بمرور السـائل في اتجـاه واحد ولا يسمـح بالسريان في الاتجاه المعاكس . وصمامات الضبط المحملة بيايـات من النوع الكـروي Spring - Loaded ball type أو النـوع ذي الـرأس المـحـدب Poppet-type تستعمل بكثرة في النظم الهيدروليكية . والصمام المباشر الفعل من النوع الكروي فهو موضح في (شكل ٤ ـ ٣ ب) . ويكون الياي خفيفاً نسبياً حتى لا يتعدى ضغط الفتح ٣٥ إلى ٧٠ كيلوبسكال [٥ إلى ١٠ رطل / بوصة مربعة ] . وصمام الضبط الذي يعمل بالدليل Pilot-Valve (شكل ٤ ـ ٥) يمنع السريان في الاتجاه العكسي إلى أن يتم رفع الكرة أو الرأس المدبب للصمام بفعل ضغط دليلي من جزء آخر من الدائرة يعمل خلال مكبس وذراع دفع .

**٤ ـ ٧ صمامات التحكم في الضغط:**

يحد صمام تخفيف الضغط من أقصى ضغط يمكن أن يحدث في دائرة هيدروليكية . وصمامات تخفيف الضغط ذات الفعل المباشـر والموضحـة في شكـل ٤ ـ ٥ ، تعتبر منـاسبة في حـالة معـدلات السـريـان المنخفضـة نسبيـاً والتشغيـل المتقطع . ولكن في حـالة معـدلات السريـان العـاليـة فـإن ضغط التصـرف الكلي يكون أعلى كثيـراً من ضغط الفتح « وذلـك نظراً لـزيادة قـوة

ضغط الياي عندما يزيد فتح الصمام اتساعاً[٩]. هذا الفرق في الضغط يعرف بأنه الضغط المتغلب وهو يقلل من الضغط المسموح به لتشغيل النظام عند ضغط مخفف معين للتصرف الكامل .

وصمام تخفيف الضغط الذي يعمل بالدليل كما هو موضح في شكل ٤ ـ ٣ أ يعمل على تخفيف الضغط عند مدى واسع من التصرف وبقدر قليل من الضغط المتغلب، هذا بالرغم من أن استجابته أبطأ من صمام رد الفعل المباشر. الجزء الخاص بالدليل يكون صغيراً ويحتوي على صمام تخفيف الضغط المحمل بياي والذي يتحكم في الصمام الرئيسي. وعندما يكون صمام الدليل مغلقاً يكون الصمام الرئيسي مغلقاً بواسطة ياي خفيف ويضغط الزيت على ألقاعدة الدائرية الكبيرة في نهاية الياي. وعندما يرتفع الضغط في النظام إلى الحد الكافي للتغلب على قوة الياي في الدليل، يفتح صمام الدليل، ويؤدي السريان خلال الفتحة إلى نقص الضغط على واجهة المكبس. وهذا الفرق في الضغط يفتح الصمام الرئيسي ويحافظ عليه مفتوحاً حتى ينخفض ضغط النظام ويسمح لصمام الدليل بالقفل.

ويوضح شكل ٤ ـ ٣ ب صمام إزالة الحمل الذي يستخدم لتوجيه سريان السائل من المضخة وإعادته عند ضغط منخفض إلى الخزان عندما يكون الضغط في النظام قد وصل إلى الحد الكافي. ويفتح الصمام عندما يكون ضغط النظام، المنتقل لمكبس الدليل خلال مداخل الدليل، كافياً للتغلب على قوة الياي الضابط. ويقوم صمام ضبط اتجاه، كما هو موضح بالخط المنقط في الرسم، بالحفاظ على ضغط النظام ثابتاً في أثناء مرور الزيت من المضخة إلى الخزان. والنظم المجمعة تستخدم أنواعاً مختلفة من هذا الصمام[٧] وهي تصمم لتغطي فارق ضغط بين نقطتي فتح وقفل الصمام المطلوب للسعة الاحتياطية للضغط في المجمعات .

وصمام إزالة الحمل ذو الممرات الجانبية أو الذي يعمل بالدليل

والموضح في شكل ٤ ـ ٥ ، صمم ليستجيب للضغوط المنخفضة وهذه الطريقة في التركيب تناسب الأنظمة ذات الحجم الثابت .

وعندما يكون المطلوب هو الاحتفاظ بأحد أجزاء الدائرة عند ضغط ثابت وأقل من ضغط التشغيل في الدائرة فإنه يستخدم عادة صمام تقليل الضغط ذو التأثير المباشر. والصمام ذو التأثير المباشر المتحكم فيه للمحافظة على ضغط منخفض مبين في الشكل ٤ ـ ٣. وعادة ما يكون هذا الصمام مفتوحاً. وعندما يـزيد الضغط الخـارج ويقترب من الحـد المتحكم فيه ، يتحـرك المكب ضد ضغط قوة الياي ليقلل الكمية الخارجية بالقدر المطلوب للمحافظة على ضغط خروج ثابت .

وصمام تتابع الضغط يسمح بمرور التصرف لاسطوانة ثانية أو أجزاء أخرى ذات حركة محددة لعمل فعل معين فقط بعد أن يكون الأول قد أكمـل عملـه بنجاح تام. ويـوضع الصمـام في خط إمداد الجـزء الثاني ويضبط ليفتـح عند ضغط أعلى من المطلوب لعمل الجزء الأول. ولذلـك فهو يـوجه الـزيت إلى الجزء الثاني عندما يرتفع الضغط بعد إتمام عمـل الجزء الأول. وأكبـر تطبيق لذلك في المعدات الزراعية هو في الرافعات المرحلية لآليات العزيق المثبتـة أمام وخلف الجرار . وأبسط الأنواع كما هو في صمام الضبط الخطي ذي الياي القوي . وقد يكـون مطلوبـاً وجود صمـام ضبط اتجاه عكسي يكـون في خط موازي مع الصمام المرحلي لضمان انسياب السائل في الاتجاه المعاكس .

**٤ ـ ٨ صمامات التحكم في التصرف وصمامات تقسيم التصرف:**

معدات التحكم في التصرف تستخدم للتحكم في سرعـات المشغلات عن طريق تحديد السريان أو توجيه التصرف الزائد . وأي من الـطريقتين ينتج عنهـا انخفاض في الضغط والـذي يتحول إلى حـرارة ويمثل طـاقة مفقـودة . والصمـامات اليـدوية والفتحـات هي وسائـل محددة للتصـرف وغير معوضـة للضغط ، حيث أن معدل التصرف يرتبط بانخفـاض الضغط . ومع ذلـك فإن الصمامات الإبرية والفتحات تكون مفيدة في عدة دوائـر هيدروليكيـة . وعلى

سبيل المثال يستخدم صمام إبري للتحكم في تقليل سرعة انخفاض الآلة المعلقة والمثبتة على أسطوانة هيدروليكية أحادية الفعل على عمود الرفع في الجرار .

ويوضح شكل ٤ ـ ٣ د صمام معوض الضغط بتقسيم التصرف بالأولوية. وفيه يتم الحفاظ على معدل ثابت من التصرف من فتحة أولوية الخروج وتمرير الزيادة لعمل آخر في الدائرة أو إلى الخزان . ويتم تعويض الضغط عن طريق العمل التلقائي للمكب المتزن للحفاظ على معدل انخفاض ثابت للضغط عبر فتحة القياس. وانخفاض الضغط عبر الفتحة يحدد بمساحة مقطع المكب وقوة الياي، وهو يكون عادة صغيراً. ومعدل السريان المنظم يعتمد على مساحة الفتحة، والتي يمكن ضبطها في المثال المبين. والصمام غير القابل للضبط غالباً ما يكون له فتحة قياس من خلال المكب. وعادة ما يوضع صمام لتخفيف الضغط في صمام الأولويات لحماية الدائرة ذات الصلة بالأولوية .

وأحد الاستخدامات العامة لصمام الأولويات هو في التوجيه بواسطة القدرة الهيدروليكية في نظام هيدروليكي متعدد الوظائف. وعندما يعمل المحرك بسرعات منخفضة يكون غالبية أو كل السائل الخارج من الطلمبة مطلوباً للتوجيه. وكلما زادت سرعة المحرك ويكون التصرف المستخدم في التوجيه ثابتاً (عادة ما يكون عند حدٍّ بين ٨ و ١١ لتر/ دقيقة [٢ و ٣ جالون/ دقيقة] ويصبح التصرف الزائد متوفراً لأداء وظائف أخرى. وفي أنظمة أخرى يستعمل صمام من هذا النوع لتمرير التصرف الزائد عبر ممرات إلى الخزان.

وصمام ضبط التصرف المعوض للضغط من النوع المحدد للانسياب يشابه الصمام الموضح في شكل ٤ ـ ٣ د إلا أنه لا يوجد له ممر جانبي للتصرف الزائد (أو يكون هذا الممر مغلقاً). والتصرف الداخل يتحكم فيه بواسطة خانق في فتحة الخروج (فتحة أولوية الخروج الموضحة في شكل ٤ ـ ٣ د). وإذا استخدم هذا الصمام المحدد للانسياب في نظام مفتوح

المركز (ذي تصرف ثابت) فإنه يجب أن يتم تفريغ أي تصرف زائد خلال صمام تخفيف الضغط وهذا يعني أن المضخة تعمل عند ضغط خفيف .

ومقسم التصرف بالتناسب والمعوض للضغط يقوم بتقسيم التصرف بين مخرجين أو وظيفتين في تناسب مع مساحات الفتحات القياسية لهما (شكل ٤ ـ ٣ هـ). ويكون المكب في حالة اتزان فقط عندما يكون الانخفاض في الضغط من خلال الفتحتين القياسيتين متساوياً. ومقسم التصرف الموضح يوجه نحو ٧٥ ٪ من التصرف للمخرج الأيمن. وباختيار فتحات التصرف المناسبة قد تكون النسبة أي شيء يقع بين ٥٠ ـ ٥٠ إلى ربما ٩٠ ـ ١٠[٩].

**٤ ـ ٩ الاسطوانات الهيدروليكية:**

الاسطوانات الهيدروليكية قد تكون إما أحادية الفعل أو ثنائية الفعل. والاسطوانة ثنائية الفعل (شكل ٤ ـ ٥ و ٤ ـ ٧) تكون مقادة في الاتجاهين. ويدخل الزيت المضغوط عند النهاية المسدودة لاستطالتها، وعند نهاية العمود لانكماشها. ويرجع الزيت من النهاية المقابلة إلى الخزان أو يوجه إلى عمل آخر. ولا بد من وجود السدادات الفعالة حول المكبس عند نهاية العمود للاسطوانة. وعند ضغط زيت معين فالقوة المؤثرة في مشوار التمدد تكون أكبر بكثير من القوة المؤثرة في مشوار الانقباض وذلك لأن مساحة قطاع ذراع التوصيل تطرح من المساحة الفعالة للمكبس في مشوار الانقباض.

والاسطوانة أحادية الفعل يمكن أن تحدث قوة محورية في اتجاه التمدد فقط. وفي مشوار الانقباض يفتح صمام التحكم للسماح للزيت بالخروج والرجوع إلى الخزان. وتتسبب قوة خارجية مثل قوة الجاذبية على الآلة أو قوة ياي في حركة الانقباض. ونهاية العمود للاسطوانة تكون مفتوحة على الضغط الجوي من خلال فتحة يوضع فيها مرشح أو منقى بحيث يمنع الشوائب والأتربة من الدخول داخل الاسطوانة. والاسطوانة ثنائية الفعل يمكن أن تستخدم كأحادية الفعل وذلك بتهوية فتحة نهاية العمود فيها.

وبعض الأسطوانات أحادية الفعل لا يوجد بها مكبس عند نهاية عمود المكبس، وبدلاً من ذلك يكون العمود أصغر قليلاً من قطر الأسطوانة، ونهاية العمود تستخدم كمكبس. ولا توجد سدادات للمكبس كما هو مطلوب في الأسطوانات ذات المكابس العادية . وتكون السدادات الوحيدة هي نهاية العمود للأسطوانة. ولا يتطلب ذلك فتحات لدخول الهواء .

**٤ ـ ١٠ القدرة والشغل وعلاقات السرعات :**

ربما يكون من المفيد عند هذه النقطة أن نراجع بعض التعاريف والعلاقات الأساسية. القدرة الهيدروليكية هي معدل طاقة المائع الخارج من المضخة أو الداخل إلى محرك. وقد يمكن تحديدها من المعادلة :

$$ph = 0.01667\, Q \quad \Delta P \qquad (٤ - ١)$$

$$[\, ph = \frac{Q \quad \Delta P}{1714} \,]$$

حيث :

ph = القدرة الهيدروليكية، كيلووات [ حصان ميكانيكي ] .

Q = معدل التصرف، السائل ، لتر / دقيقة [ جالون / دقيقة ] .

$\Delta P$ = التغير في الضغط، ميجابسكال [رطل قوة لكل بوصة مربعة] .

والقدرة المحورية (sp) هي القدرة الميكانيكية الداخلة إلى المضخة أو الخارجة من المحرك. والكفاءة الكلية لأي محرك تكون ١٠٠ × $\frac{sp}{ph}$ وللمضخة تكون ١٠٠ × $\frac{ph}{sp}$ . والكفاءة الحجمية لمحرك هي ١٠٠ × (معدل التصرف النظري ، مبنياً على أساس الإزاحة والسرعة) ÷ (معدل التصرف الحقيقي).

والكفاءة الحجمية للمضخة هي ١٠٠ × (التصرف الحقيقي) ÷ (التصرف النظري). والكفاءة الميكانيكية تعكس مدى الفقد نتيجة للاحتكاك الداخلي والاحتكاك عند الكراسي . إلخ، والكفاءة الميكانيكية تساوي الكفاءة الكلية مقسومة على الكفاءة الحجمية .

والقدرة الهيدروليكية الداخلة إلى محرك، على أساس الفرق بين ضغط الدخول وضغط الخروج من المحرك، يجب أن تضرب في الكفاءة الكلية للحصول على القدرة الخارجية النافعة (القدرة على المحور). والعزم المتحصل عليه يتناسب مع إزاحة المحرك والكفاءة الميكانيكية ومع الانخفاض في الضغط عبر المحرك . والسرعة تتناسب عكسياً مع الإزاحة لكل لفة كما تتناسب مباشرة مع الكفاءة الحجمية للمحرك ومع معدل تصرف الزيت .

وسعة الشغل الكلية لأسطوانة ، بالميللي جول [قدم . رطل] هي :

$$W = \Delta P A L E \qquad (٤-٢)$$

$$[W = \Delta P \times A \times \frac{L}{12} \times \frac{E}{100}]$$

حيث :

A = مساحة المكبس الفعالة، سنتيمتر مربع [بوصة مربعة]. (مساحة مقطع الأسطوانة لمشوار التمدد؛ مساحة مقطع الأسطوانة ناقصاً مساحة مقطع العمود لمشوار الانكماش) .

L = طول مشوار المكبس، ملليمتر [ بوصة ] .

E = كفاءة الأسطوانة، نسبة مئوية (١٠٠ × النسبة بين الطاقة الميكانيكية الخارجة إلى طاقة السائل الداخل).

والوقت اللازم للتمدد أو الانكماش في الأسطوانة بالثواني ، هو :

$$t = 0.0060\frac{AL}{Q} \qquad (٤ - ٣)$$

$$[\, t = \frac{60\,A\,L}{231\,Q} = 0.260\frac{A\,L}{Q} \,]$$

أي فقد في الضغط في النظام لا يكون السبب فيه هو المحرك أو أي مشغل آخر يمثل فواقد في القدرة وتتحول إلى حرارة وبالتالي تؤدي إلى انخفاض في كفاءة النظام . ويجب أن تؤخذ كفاءة الطلمبة في الاعتبار عند تحديد كفاءة النظام .

**٤ ـ ١١ الرموز البيانية :**

الرموز البيانية لمخططات الأنظمة الهيدروليكية أصبحت لها طرق قياسية قد وضعها معهد المواصفات القومية الأمريكية(*) (ANSI) وهي تستخدم بكثرة في تمثيل الدوائر. وبيان بعض هذه الرموز (تم وضعه عام ١٩٦٦) موضح في الملحق « د » . هذه الرموز يسهل رسمها وهي تركز على الوظائف والطريقة التي تعمل بها الأجزاء وليست على تركيب الأجزاء .

ورموز خمس أنواع من الصمامات موضحة في شكل ٤ ـ ٣ وهي تكمل بقية الرموز الموضحة في الملحق «د». ورموز الصمامات أ، د و هـ في شكل ٤ ـ ٣ هي عبارة عن تركيبة مطورة من الرموز الأساسية وقواعد ANSI القياسية . والصمام الذي يعمل بالدليل كما في الشكل « أ » عادة ما يمثل برموز مشابهة

(*) ANSI هي مؤسسة قومية أمريكية معترف بها عالمياً وتضع المواصفات القياسية للولايات المتحدة .

لصمام الفعل المباشر (موضحة في الملحق د). والرموز المبسطة للأنواع المختلفة عادة ما تستعمل أيضاً للصمام د .

وقد يدمج التمثيل التخطيطي مع رسم للقطاعات إذا كان المطلوب توضيح التركيبات الداخلية أو وظيفة معينة لأحد المكونات. وشكل ٤ ـ ٥ يوضح مقارنة بين شكل رسم قطاع تخطيطي والتمثيل الرمزي لمخطط نظام هيدروليكي .

# أنظمة التحكم الهيدروليكية

## ٤ ـ ١٢ الأسطوانات الأحادية الفعل والثنائية الفعل :

كلا النوعين من الأسطوانات أحادية الفعل وثنائية الفعل يستخدم في الجرارات للتحكم في الآليات المعلقة . ومعظم أنظمة الرفع المبنية في داخل الجرار تحتوي على نوع الأسطوانات أحادية الفعل. وفي الأسطوانات أحادية الفعل يكون معدل الحركة السفلية للآلة دالة لكتلة الآلة والقصور الذاتي لها ، وكذلك قيمة المركبة الرأسية لرد فعل التربة، ومقاومة سريان الزيت الخارج من الأسطوانة. ويكون وقت إنزال الآلة أكثر ثباتاً مع الأسطوانات ثنائية الفعل وذلك لفعها الإيجابي في أي من الاتجاهين .

وفي حالة الأسطوانة أحادية الفعل فإنه يمكن «تعويم» الآلة (أي إن الآلة هي التي تحدد العمق والوضع بنفسها) وذلك بواسطة تثبيت صمام التحكم عند وضع الخفض (مفتوح) . وصمام التحكم للأسطوانات الثنائية الفعل يمكن أن يصمم ليعطي وضع «التعويم» للآلة وفيه تكون كلا فتحتي الأسطوانة موصلة مع فتحة الخزان. ويمكن أن تصمم أذرع الرفع لتعطي تأثير تعويم للآلة مع أي من نوعي الأسطوانات بدون الحاجة لتعويم المكبس .

وبعض الآليات المقطورة مثل الأمشاط القرصية وآلات تسطير الحبوب وآلات التسوية، وغيرها تتطلب أن يكون جهاز التحكم قادراً على إحداث قوة

في أي من الاتجاهين. وبالتالي فإن معظم الأسطوانات المستخدمة مع الآليات المقطورة لأداء أعمال مزدوجة هي أسطوانات ثنائية الفعل . وغالباً ما يتم تثبيت نفس الأسطوانات على الآليات المقطورة وعلى الجرار للتحكم في الآليات المعلقة .

والأسطوانات أحادية الفعل مناسبة للاستخدام في الآليات ذاتية الحركة والتي يتطلب فيها رفع بعض الأجزاء مثل جهاز الحصد أو وحدات الالتقاط على مختلف الأنواع من الحاصدات . وهناك أيضاً حالات أخرى متعددة يتطلب فيها استخدام الأسطوانة الثنائية الفعل . والأسطوانات المستخدمة مع الآليات ذاتية الحركة لها مجال كبير من الأقطار والأطوال لتناسب الاختلافات الواسعة في القوى المحورية وطول المشوار المطلوب .

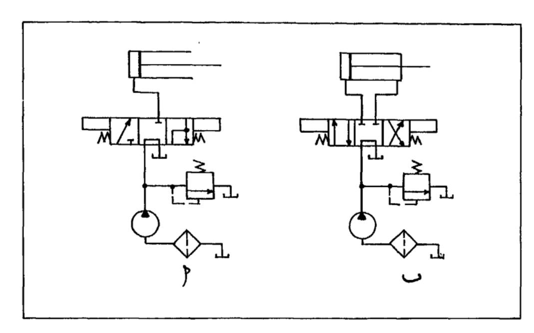
## ٤ ـ ١٣ أنظمة الأسطوانة الأحادية الفعل :

نظامان أساسيان من الأسطوانات الأحادية تم توضيحهما في الرسم بالرموز المبينة في شكل ٤ ـ ٤ . وأحد الشكلين لأسطوانة أحادية الفعل وكلاهما للأنظمة ذات التصرف الثابت مع صمام مفتوح المركز وهو الترتيب الأكثر شيوعاً لأنظمة الأسطوانة الأحادية الفعل .

## ٤ ـ ١٤ الأسطوانات المتوازية في نظام التصرف الثابت :

تحتوي معظم الجرارات الحديثة والآليات ذاتية الحركة التي لها نظام تحكم هيدروليكي على اثنين أو أكثر من أسطوانات يتم التحكم في أي منها منفصلاً وتعمل من نفس المضخة . وفي بعض الأحيان يكون من المرغوب فيه أو من المحتم أن يتم التشغيل للأسطوانتين معاً في نفس الوقت . وإذا كان التحكم في هاتين الأسطوانتين يتم بواسطة صمامين مفتوحي المركز ومتوازيين مثل الصمامات المبينة في شكل ٤ ـ ٤ ، فيكون من المستحيل

تشغيل إحدى الأسطوانتين بمفردها (منفصلة) ذلك لأن الزيت الخارج من المضخة سوف يمر من خلال الصمام الآخر المفتوح المركز .



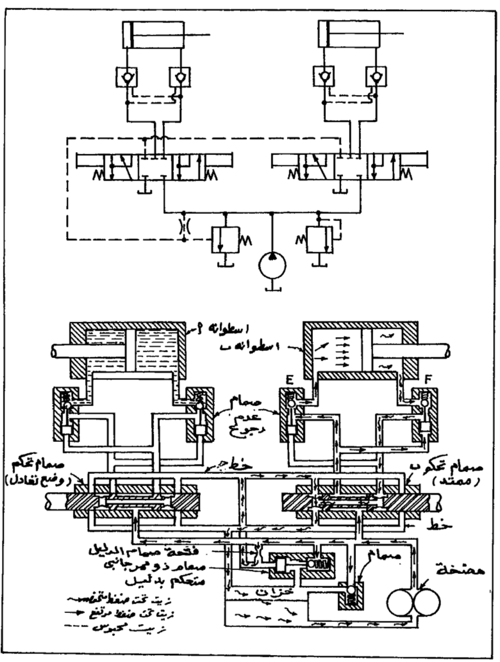

**شكل ٤ ـ ٤ نظام تحكم هيدروليكي ذو مركز مفتوح ، أسطوانة أحادية وهو موضح بتحكم يدوي وياي رجوع لوضع المركز .**

**أ ـ أسطوانة أحادية الفعل مع صمام تحكم له ٣ اتجاهات (٣ مداخل) .**

**ب ـ أسطوانة ثنائية الفعل مع صمام تحكم له ٤ اتجاهات .**

ويمكن حل هذه المشكلة بتركيب مقسم التصرف بين الطلمبة وصمامي التحكم المتوازيين . في هذه الحالة فإن جزءاً من الزيت الخارج من المضخة سوف يمر من خلال صمام التحكم غير العامل بينما يتجه باقي الزيت إلى الأسطوانة التي تعمل . وزيادة على ذلك ، فإن لزم تشغيل كلا الأسطوانتين في آن واحد فإن كل أسطوانة سوف تحصل على قدر من التصرف الكلي للزيت وبالتالي تتحركان في آن واحد مستقلتيين عن بعضهما . ولكن لا يمكن لأي أسطوانة أن تستقبل أكثر من القدر المحدد لها سابقاً من الزيت الخارج من

المضخة، وان المضخة يجب أن تعمل دائماً على تمرير الزيت تحت تأثير تخفيض الضغط الناتج عبر مقسم السريان .




شكل ٤ ـ ٥ نظام أسطوانات متوازية مع صمامات تحكم متوازية وصمام مرور جانبي يعمل بدليل ، أسطوانة ثنائية الفعل وصمام ضبط اتجاه للأسطوانة يعمل بدليل .

وحل آخر في نظام التصرف الثابت هو استخدام صمامات مقفلة المركز وعلى التوازي مع صمام ممرات جانبية يعمل بدليل للسماح للمضخة بالعمل على ضغط منخفض عندما تكون جميع صمامات التحكم في حالة تعادل (عدم تشغيل) . ومثل هذا النظام مبين في شكل ٤ ـ ٥ . ونفس هذا النظام يمكن أن يعمل لأكثر من أسطوانتين أو لأسطوانة واحدة فقط . والرسم الرمزي التخطيطي يوضح الصمامين في حالة «تثبيت» أو وضع «تعادل» . وفي الرسم التخطيطي للقطاع، الصمام (أ) موضح في وضع تعادل وصمام (ب) في وضع «تمدد» .

وطالما كان واحد أو أكثر من صمامات التحكم في مثل هذا النظام في وضع تثبيت عند وضع تشغيل (كما هو موضح للصمام ب) ، فسوف يكون هناك مرور مباشر من خط الدليل (ج) إلى خط الرجوع (د) ومن ثم العودة إلى الخزان . ونظراً لصغر قطر فتحة صمام الدليل فهي تحد كثيراً من معدل الانسياب إلى الخط (ج) ، فإن الضغط على مكبس صمام المرور الجانبي يكون منخفضاً وبالتالي فإن الياي يثبت الصمام ليكون مقفولاً .

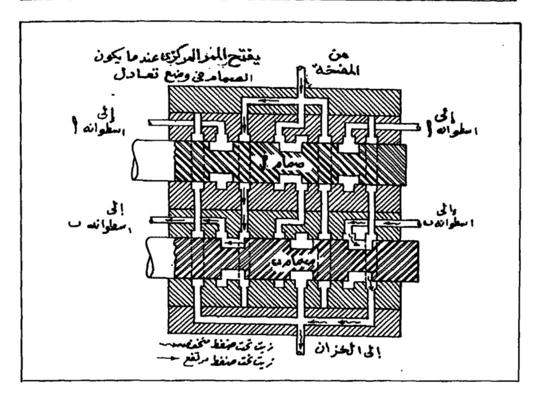
وعندما تعود جميع صمامات التحكم إلى وضع التعادل لا يكون هناك مرور من الخط (ج) إلى الخط (د) . وبالتالي نظراً لأنه لا يوجد سريان خلال فتحة صمام الدليل ، يصبح الضغط على مكبس صمام المرور الجانبي مساوياً للضغط في خط التصرف الخارج (من المضخة) . وحيث أن مساحة المكبس أكبر عدة مرات من مساحة قاعدة الصمام الكروي فإن الصمام يفتح ويظل مفتوحاً عند ضغط منخفض إلى أن يتحرك واحد أو أكثر من صمامات التحكم من وضع التعادل ويوصل الخط (ج) إلى الخط (د) .

والأسطوانات المتوازية يمكن التحكم فيها أيضاً ، مستقلة عن بعضها البعض ، بواسطة تركيبة من الصمامات المجتمعة ذات المركز المفتوح يتم ترتيبها على التوالي والتوازي معاً . وهذه التركيبة ممثلة باستخدام صمامين

متشابهين تماماً ومربوطين مع بعضهما بين لوحين كما هو موضح في شكل ٤ ـ ٦ . وقد يستبعد أحد الصمامين أو قد يمكن إضافة أكثر من واحد . والصمام (أ) الموضح في الشكل في وضع التعادل ، بينما الصمام (ب) قد تحرك إلى اليمين لتشغيل الأسطوانة (ب) . وعندما تكون كل الصمامات في وضع التعادل يمر الزيت الخارج من المضخة عبر ممرات صمام ذي المركز المفتوح المتصلة على التوالي وبالتالي يرجع إلى الخزان . وعندما يتحرك أي صمام من وضع التعادل تقفل الممرات الجانبية (كما موضح بالصمام ب) ويصبح الزيت الموجود تحت ضغط متاحاً تماماً لهذه الأسطوانة والأسطوانات الأخرى المتصلة بأي صمامات أخرى والتي يمكن أن تعمل في نفس الوقت . ولهذا فبينما تكون الصمامات في توالي عندما يمر الزيت في الممرات الجانبية من المضخة إلى الخزان (بمعنى أن . . . جميع الصمامات في وضع تعادل) فإن التشغيل المتزامن لأسطوانتين أو أكثر يكون على التوازي .

وتركيبة مجموعة الصمامات على التوالي والتوازي معاً يكثر استعمالها في الآليات الزراعية . والصمامات المتوازية الموضحة منفصلة في شكل ٤ ـ ٥ ، يمكن تجميعها في تركيبة واحدة ولكن هذا الوضع يوجد عادة في الجرارات .

وإذا عمل صمام تحكم واحد لنظام أسطوانات متوازية بدون مقسم للسريان عند لحظة معينة يكون أداؤه مشابهاً تماماً لما يحدث في نظام الأسطوانة المنفردة . ويصبح الزيت الخارج من المضخة كله متوفراً للأسطوانة . وإذا عمل اثنين أو أكثر من صمامات التحكم في نفس الوقت بدون تحديد للسريان لكل الأسطوانات فإن الأسطوانة التي تتطلب ضغطاً منخفضاً تتحرك أولاً . والأسطوانة أو الأسطوانات الأخرى لا يمكن أن تعمل حتى يرتفع ضغط النظام وذلك بعد وصول الأسطوانة الأولى إلى نهاية مشوارها . وفي الواقع فإنه بالخبرة يمكن تشغيل أسطوانتين معاً وذلك بخنق أحد أو كلا صمامي التحكم لتحديد السريان .




**شكل ٤ ـ ٦ . صمامات ذات المركز المفتوح في تركيبة على توالي لتشغيل أسطوانات على التوازي .**

وعادة ما يكون لجهاز الحصد على آلات الضم والدراس ، والمصففات ذاتية الحركة أسطوانتين موصلتين على التوازي يتم التحكم فيهما بنفس الصمام . وفي هذا النوع من التطبيق فإن مدى صلابة التواء الوحدة التي يتم رفعها أو مدى صلابة الأعضاء الموصلة والمعرضة لعزم الالتواء يضمن حركة متساوية ومتزامنة للأسطوانتين .

وفي تشغيل الأسطوانات المتوازية تكون الإزاحة الكلية للزيت أو الوقت الكلي اللازم لحركة المكبس مساوياً لمجموع القيم في الأسطوانات الفردية بغض النظر عن ما إذا تحركت المكابس في نفس الوقت أم لا . ولكن يكون الضغط الكلي للنظام متاحاً لكل أسطوانة في حالة الحاجة إليها .

**٤ ـ ١٥ الأسطوانات المتصلة على التوالي :**

يمكن الحصول على تحكم اختياري لأسطوانات ثنائية الفعل في نظام متعدد الأسطوانات بترتيب صمامات التحكم مفتوحة المركز على التوالي والذي فيه توصل المضخة إلى فتحة الدخول للصمام الأول فقط . وخط الرجوع من كل صمام يوصل إلى مدخل الصمام التالي في الترتيب وهذا هو فقط الاتصال الداخلي بين الصمامات المجتمعة أو يكون كل صمام منفصلاً لحاله .

وفي هذه التركيبات يكون تصرف المضخة موصلاً إلى ممرات جانبية حول جميع الصمامات على التوالي طالما كانت جميعها في وضع التعادل . وإذا تحرك أي صمام من وضع التعادل إلى وضع التمدد أو الانكماش للأسطوانة التي تتبعه فإن أداء النظام يكون مثل نظام الأسطوانة الأحادية . وإذا عمل واحد أو أكثر من صمامات التحكم في نفس الوقت ، فإنه يتم الحصول على ترتيب متوالي مع حركة موجبة ومتزامنة للمكابس . ويصل الزيت من جانب الضغط المخفض لإحدى الأسطوانات خلال صمام التحكم إلى جانب الضغط المرتفع في الأسطوانة التالية التي تكون تحت التشغيل. ويخرج الزيت من منطقة الضغط المنخفض من الأسطوانة الأخيرة في الترتيب ويرجع مرة أخرى إلى الخزان .

وعندما تعمل أسطوانتان أو أكثر على التوالي، فإن معدل الحركة للمكبس الأول يكون مشابهاً تماماً لنظام الأسطوانة الأحادية، وإن الحركة النسبية لأي أسطوانتين متتاليتين تكون متناسبة عكسياً مع مساحات المقاطع الفعالة للجوانب المتصلة. وإذا تم توصيل أسطوانتين لهما نفس القطر بحيث تكون نهاية الأسطوانة الأولى من ناحية ذراع المكبس متصلة بالنهاية المقفولة للأسطوانة الثانية والتي تكون في حالة تمدد فإن الثانية سوف تتحرك ببطء أكثر نظراً لكبر مساحة المقطع الفعال فيها .

والضغط الكلي المطلوب في حالة نظام على التوالي هو عبارة عن مجموع فروق الضغط المطلوبة لكل أسطوانة مضاف إليه الفقد بالاحتكاك في خط التوصيل . وفرق الضغط المطلوب لأي أسطوانة مع إهمال الفقد بالاحتكاك في الأسطوانة يمكن حسابه من العلاقة :

$$P_i A_i = P_o A_o + 10\,T \qquad (٤ - ٤)$$
$$[\, P_i A_i = P_o A_o + T]$$

حيث :

$P_i$ = ضغط الدخول في الأسطوانة، ميجابسكال [رطل قوة/ بوصة مربعة ] .

$P_o$ = ضغط الخروج من الأسطوانة، ميجابسكال [رطل قوة / بوصة مربعة ] .

$A_i$ = مساحة المكبس الفعالة عند المدخل ، سنتيمتر مربع [ بوصة مربعة ] .

$A_o$ = مساحة المكبس الفعالة عند الخروج، سنتيمتر مربع [بوصة مربعة].

$T$ = القوة المحورية للأسطوانة ، كيلو نيوتن [ رطل قوة ] .

ولتحديد الضغط المطلوب لا بدَّ أن يبدأ الفرد بآخر أسطوانة مع فرض $P_o$ لتلك الأسطوانة يساوي صفراً ( أو قيمة ما تمثل الفقد بالاحتكاك في خط الرجوع للخزان ) . والقيمة المحسوبة للضغط $P_i$ للأسطوانة الأخيرة تصبح $P_o$ للأسطوانة التالية في اتجاه السريان إذا أهمل الفقد بالاحتكاك في خطوط التوصيل .

## ٤ ـ ١٦ أسطوانات متصلة على التوالي مع صمام تحكم واحد :

إن الأسطوانات المتشابهة والمتصلة على التوالي تعطي تحكماً ممتازاً في العمق للآلات العريضة المقطورة والمتعددة الأجزاء[١١]. وتتصل الأجزاء مع

بعضها بمفصلات ويتم التحكم في عمق كل جزء عن طريق أسطوانة منفصلة تعمل على عجلات التحميل للجزء الأوسط أو على عجلة قياس للقطاعات الإضافية . وتوصل الأسطوانات على التوالي بحيث تكون النهاية ناحية ذراع المكبس لكل أسطوانة ثنائية الفعل تمرر الزيت للنهاية المقفولة للأسطوانة الثنائية في مشوار الرفع وبذلك تنتج حركة آنية (متزامنة) إيجابية لجميع الأسطوانات . ويتم توصيل كل من فتحة الدخول للأسطوانة الأولى والخروج من آخر أسطوانة إلى مخارج التحكم من بعد للنظام الهيدروليكي على الجرار .

وتتناقص أقطار الأسطوانات على الترتيب بحيث تكون مساحة المكبس الفعالة عند نهاية ذراع المكبس لكل أسطوانة مساوية لمساحة النهاية المقفولة لمكبس الأسطوانة التالية . وبذلك يكون معدلات الاستطالة أو الانكماش متساوية في جميع الأسطوانات كما تتساوى أيضاً أطوال المشاوير في الأسطوانات . وقبل أن يصل المكبس إلى نهاية مشوار التمدد يمر ويكشف عن فتحة مرور جانبية في كل أسطوانة عند نهاية ذراع المكبس . وهذا الوضع يسمح بمرور كمية صغيرة من الزيت من أسطوانة إلى أخرى عندما تكون الأسطوانة عند نهاية مشوار التمدد. ويكون صمام التحكم مستقراً في وضع «الرفع» ، وذلك لتطهير النظام من الهواء وبالتالي استعادة تزامن عمل الأسطوانات في كل مرة يتم فيها رفع الآلة . وتحديد التوقف لأكبر أسطوانة سوف يحقق التحكم في العمق على جميع الأسطوانات .

ويستعمل ترتيب مشابه للتحكم في العمق أو للتحكم التلقائي في قوة الشد لأنواع كثيرة من الآليات العريضة المعلقة [١٢] . وبنفس الطريقة التي توصل مجموعة من الأسطوانات المتوائمة على التوالي على اثنين من العجلات المدارة وتوصل على التوالي أيضاً مع الأسطوانة الموجودة أصلاً بالجرار وتعمل بطريقة مشابهة لما ذكر سابقاً . والرفع الهيدروليكي لمقدمة آلة الضم والدراس

يتم عن طريق وضع أسطوانات متشابهة ومتواءمة على التوالي للحصول على ضبط ارتفاع متساوي للنهايتين .

**٤ ـ ١٧ أسطوانات متعددة في نظام ثابت الضغط :**

في النظام الهيدروليكي ثابت الضغط يمكن لأي عدد من الأسطوانات أو العمليات أن يعمل في تزامن على التوازي . وكل واحدة منها تكون مستقلة عن الأخريات طالما أن سعة تصرف النظام لم تتعدى. والضغط الكلي للنظام يكون متاحاً لكل أسطوانة ، ومعدل التصرف يكون محدداً بموجب عوامل محددة ، صمامات تحكم في التصرف أو اختناق بصمام التحكم الرئيسي . والطاقة المتمثلة في الفرق بين ضغط النظام والضغط المطلوب للأسطوانة يتحول إلى حرارة مفقودة . والتطبيق الأساسي لنظام الضغط الثابت هو في الجرارات .

**٤ ـ ١٨ صمامات الضبط في الأسطوانات :**

شكل ٤ ـ ٥ يوضح نظام به صمامات ضبط تعمل بدليل في خطوط توصيل الزيت بين صمام التحكم الرئيسي وأسطوانة القدرة . ففي أثناء تمدد الأسطوانة (ب) يعمل صمام الضبط (هـ) بطريقة طبيعية ولكن صمام الضبط (و) لا بدَّ أن يكون مفتوحاً بواسطة ضغط الدليل من ناحية الضغط المرتفع للأسطوانة ليسمح للزيت بالخروج من نهاية الضغط المنخفض .

وصمامات الضبط من هذا النوع تمنع زحف الأسطوانة نتيجة تسرب الزيت عبر مكبات الصمام كما أنها تمنع من إسقاط الأحمال نتيجة لانخفاض الضغط إذا ما تم تشغيل أسطوانة ثانية على التوازي بينما تكون الأسطوانة الأولى في حالة تشغيل . كما أنها أيضاً توفر مزايا استخدام آمن للعامل والأشخاص القائمين بالتشغيل وذلك لأنه من المستحيل خفض الآلية أو مكوناتها فقط بتحريك زراع صمام التحكم عندما تكون مضخة الزيت في نظام تصرف ثابت ، وضغط متغير متوقفة عن العمل .

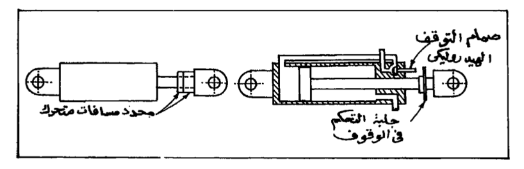
وصمام الضبط الذي يعمل بالدليل يلائم نظام الأسطوانة الأحادية إذا ما استعمـل صمام تحكم ذو أربـع اتجاهـات ليعطي ضغـطاً على مكبس صمـام الضبط عندما تتحرك ذراع التحكم على وضع «الانكماش» .

**٤ ـ ١٩ التحكم الهيدروليكي المحدد :**

في نظام التحكم المحدد يمكن تشغيل أسطوانة لرفـع أو لخفض آلة أو لأداء أي غـرض آخر بتحـريك ذراع التحكم لأي من جـانبي وضع التعـادل . ويستمر مكبس الأسطوانـة في التحرك حتى تعـاد الذراع إلى وضـع التعادل أو حتى يوقف التقدم في حركة المكبس عند نقطة محـددة أو بوصـوله إلى نهـاية المشوار . وطرق التحكم الموضحة في شكل ٤ ـ ٤ هي للتحكم الهيدروليكي المحدد . ويلاحظ أن مكبات التحكم ذات ياي مركزي .

ويتم التحكم في عمق الآلة أو وضع مكونات الآلة عن طريق إعادة ذراع التحكم بسرعة إلى وضع التعادل . وتوضح الملاحظة بالنظر أنه قد تم التوصل إلى العمق أو الوضع المطلوب .

ويمكن إحداث قدر من التغيرات بتحديد وضع ذراع التحكم لحظياً من وضع التعادل . ومعظم أسطوانات التحكم في الآليات ذاتيـة الحركـة هي من نوع التحكم الهيدروليكي المحدد .




**شكل ٤ ـ ٧ نوعان من التركيبات لتحديد طول مشوار الانقباض لأسطوانات هيدروليكية في نظام التحكم المحدود .**

وأسطوانات التحكم من بعد على الجرارات ، المستعملة مع الآليات المعلقة أو المقطورة ، تجهز بأداة توقيف من أنواع مختلفة لتحديد حركة المكبس في مشوار الانكماش وبالتالي يتم تحديد عمق التشغيل للآلة . وتشتمل التركيبات الشائعة على : ( أ ) أداة توقف ميكانيكية على الأسطوانة (شكل ٤ ـ ٧ يسار) . (ب) توقف هيدروليكي يحدث من حركة المكبس (شكل ٤ ـ ٧ يمين) . (جـ) تحكم كهربائي من بعد لتشغيل صمام هيدروليكي مع إمكانية لضبط مفاتيح تحديد كهربائية على الأسطوانة أو التوصيلات . وجميع هذه النظم يمكن ضبطها ولكن تغير موضع التوقف عادة يتطلب تحريك الآلة ورفعها قليلاً لإعادة وضع أداة التوقيف.

وغالباً ما تحتوي أنظمة التحكم الهيدروليكي المحدد في الجرار على موقفه (حابسة) تعمل على تثبيت صمام الحكم في أي من أوضاعه النهائية بينما تكون الآلة في حالة رفع أو خفض وهذا بالتالي يتيح تحرراً لأيدي العامل لأداء عمل آخر . وعندما يصل المكبس إلى أقصى حد تتحرر الموقفة تلقائياً بواسطة أداة ميكانيكية أو هيدروليكية ويعمل ياي على إرجاع صمام التحكم إلى وضع التعادل . كما يمكن أن يرجع صمام التحكم إلى وضع التعادل في أي وقت يدوياً . أذرع التحكم أحياناً يكون لها وضع متوسط ومحدد بين وضع التعادل وكلاً من الوضعين النهائيين الأمر الذي يوفر سرعة منخفضة لحركة المكبس لعمل تغيير بسيط في ضبط العمق .

### ٤ ـ ٢٠ أنظمة التحكم في الوضع أتوماتيكياً على الجرارات :

إن معظم الجرارات ذات جهاز الشبك للآلات المعلقة تحتوي على أنظمة التحكم الأتوماتيكي في الوضع . وفي هذا النوع لنظام التحكم يمثل أي وضع معين لرافعة التحكم وضعاً معيناً أوعمقاً للآلة . وبالتالي يمكن للعامل أن

يختار ويحدد وضع الآلة بموضع رافعة التحكم اليدوي ، وتقوم الأسطوانة تلقائياً بتحريك الآلة للوضع أو العمق المطلوب .

والروافع الأساسية لنظام التحكم الأتوماتيكي في وضع الآلة موضحة في شكل ٤ ـ ٨ أ . وتمثل الخطوط الكاملة وضع الروافع لحالة الاتزان ويكون صمام التحكم في وضع التعادل. وإذا تم تحريك رافعة التحكم في الوضع (أ) إلى (أَ)، ستتحرك الوصلة (ج) إلى اليسار بينما تظل الوصلة (هـ) في نفس الوضع لحظياً ، وبالتالي تتحرك (د) وصمام التحكم إلى اليسار . وهذا يؤدي إلى تحرك أسطوانة القدرة التي تقوم برفع الآلة حتى تعود (د) إلى وضع التعادل .

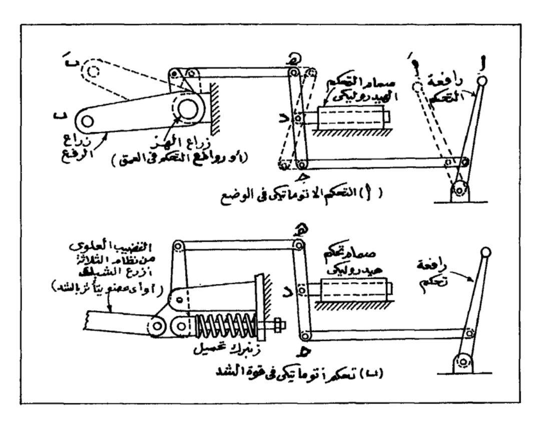
وعندما يعود صمام التحكم مرة ثانية إلى وضع التعادل ، يكون الوضع الجديد لأذرع الرفع ووصلات الروافع كما هي موضحة بالخطوط المتقطعة . وبنفس الطريقة ، فإن تحريك رافعة التحكم إلى الاتجاه العكسي ينتج عنه خفض الآلة .وتعمل النقطة (د) كنقطة ارتكاز مفصلي في تحديد أوضاع الاتزان النسبي لرافعة التحكم والآلة .

ونظرياً يمكن استعمال التحكم الأتوماتيكي للوضع مع أية تركيبة لأسطوانة هيدروليكية وصمام تحكم . ولكن طالما أن هناك ضرورة للتوصيلات الميكانيكية بين رافعة التحكم والمكبس أو روافع الآلة ، فإن التحكم الأوتوماتيكي في الوضع هو أكثر الأنظمة التي يمكن أن تتلاءم مع الآلات المعلقة .

### ٤ ـ ٢١ التحكم الأتوماتيكي في قوة الشد :

مع التحكم الأتوماتيكي في قوة الشد فإن موضع ذراع التحكم يمثل قوة شد معينة للآلة فضلاً عن عمق معين للتشغيل . والاختلافات في قوى الشد تسبب رفع أو خفض الآلة أتوماتيكياً لتعمل عند قيمة من قوة الشد والمحددة مسبقاً .

وكما هو مشار إليه في شكل ٤ ـ ٨ ب تكون الـروافع في نـظام التحكم الأتوماتيكي في قوة الشد مشابهة لمثيلتها في نظام التحكم الأتوماتيكي في وضع الآلة فيما عدا أن النهاية العلوية لتوصيله التعادل (ج هـ) تتحرك كرد فعل للتغير في طول ياي التحميل بدلاً عن تحرك وصلات رفع الآلة. وعنـد وضع رافعـة التحكم في وضع معين فإن أي تغير في قوة الشد يغير في طول ياي التحميـل وبذلك يتحرك صمام التحكم من وضع التعادل الذي كان عليه في (ج). ومن ثم يستجيب الجهاز الهيدروليكي للتغير من عمق الآلة كما هو مـطلوب لإعادة قوة الشد وطول ياي التحميل للقيم المختارة مسبقاً وبالتالي يعيد صمام التحكم إلى وضع التعادل.




**شكل ٤ ـ ٨ النظام الأساسي للروافع في تـركيبة التحكم الأتـوماتيكي في الـوضع وكـذلك التحكم في قوة الشد.**

وفي التركيبة الموضحة يكون عضو استشعار قوة الشد في حالة ضغط دائم . ويتضح من ذلك أن لأي وضع معين لرافعة التحكم يكون هناك طول واحد فقط لياي التحميل المنضغط يتم عنده دفع صمام التحكم إلى وضع التعادل. ولكن إذا تم تحريك رافعة التحكم إلى اليسار في شكل ٤ ـ ٨ ب فإنه يكون مطلوباً ضغطاً أقل لياي التحميل وبالتالي قوة أشد أقل لإحداث التوازن.

وفي الجرارات الكبيرة قد تمتد الآليات المعلقة عليها لمسافة كبيرة خلفها ويصبح الذراع العلوي من جهاز الشبك الثلاثي الأذرع معرضاً لقوة شد لبعض الوقت . وتستعمل وسائل استشعار على الأذرع السفلية في مثل هذه الحالة بالرغم من أن الأنظمة على بعض الجرارات يمكن أن تستجيب لأي من قوة الشد أو الضغط في ذراع الشبك العلوي. وقد تم حديثاً تطوير جهاز استشعار للعزم يركب على خط تشغيل عجل الجرار الخلفي وذلك للتحكم الأتوماتيكي في الشد للآليات المعلقة أو شبه المعلقة أو المقطورة [١٩] .

معظم الجرارات التي لها نظام للتحكم الأتوماتيكي في وضع الآلة يكون لها أيضاً نظام للتحكم الأتوماتيكي في قوة الشد . وفي بعض الحالات يختار العامل واحدة أو الأخرى بتحريك بسيط في وضع ذراع جانبي . وبعض الجرارات لها نظام للتحكم في الشد ونظام للتحكم في الوضع بحيث تكون وصلات ياي التحميل ووصلات الرفع منفصلة بذراع تعادل وبالتالي يمكن لكلاهما التأثير على حركة صمام التحكم. والنتيجة هي توفيق وسطي بين عمق ثابت لتشغيل الآلة وقوة شد ثابتة . وقد يمكن أولاً ضبط درجة التحكم النسبي بين هذين العنصرين .

### ٤ ـ ٢٢ التحكم الأتوماتيكي على الآلات :

أنظمة التحكم الهيدروليكي توفر قاعدة ممتازة للتحكم الأتوماتيكي لعناصر محددة على الآلات . وعموماً فإن ذلك يشمل الميل (الأفقية الذاتية

لآلات الضم والدراس) ، الارتفاع، تعديل الوضع الجانبي (تعديل الاتجاه أتوماتيكياً)، وكذلك خواص الأداء (تحميل آلة الضم والدراس) . وتركب وسائل الاستشعار على الآلة . والنظام الهيدروليكي في الجرارات قد يوفر قدرة التحكم اللازمة للآليات المقطورة أو المعلقة وقد يكون هناك نظام منفصل على الآلة . ومن الطبيعي أن يكون للآلات الذاتية الحركة أنظمتها الهيدروليكية الخاصة بها .

وتنتقل الإشارة من وسيلة الاستشعار إلى صمام التحكم الهيدروليكي عادة، إما من خلال وصلات ميكانيكية مباشرة أو كهربائياً إلى صمام تحكم كهربائي . ويقوم الصمام بتشغيل أسطوانة لتحريك الجزء المعين في الآلة في الاتجاه الصحيح لتقليل أو للتخلص من الإشارة الخاطئة . ومن المستحسن أن تكون الفترة الزمنية بين المتغير المطلوب في العنصر المتحكم فيه ولحظة استشعار التغيير للآلة ، أقل ما يمكن . وهذا يستلزم وضع أجهزة الاستشعار قرب النقطة التي يحدث عندها التغيير .

وأجهزة التحكم ذات النقطتين (أجهزة استشعار) تعمل باستمرار على طلب تصحيح موجب أو سالب . وأجهزة التحكم ذات الثلاث نقاط لها مجال تعادل أو مجال ميت بين مجالي التصحيح . وفي أي من النوعين ، قد يكون معدل الاستجابة ثابتاً أو يمكن أن يتفاوت نسبياً حسب قيمة الإشارة الخطأ. وفي صمام التحكم الذي يعمل بالكهرباء عادة ما يعطي معدل استجابة ثابت بينما أن التشغيل الميكانيكي المباشر لصمام التحكم ممكن أن يعطي استجابة متناسبة . ويجب أن تؤخذ في الاعتبار خصائص الأداء الديناميكي على أساس علاقتها بمعدل الاستجابة وربما يحتاج الأمر إلى نظام إخماد لتقليل التذبذبات إلى أدنى حد .

وأحد التطبيقات الأولى للتحكم الأتوماتيكي في الآليات هو نظام التسوية

الذاتية لآلة الضم والدراس التي تعمل على الأراضي المنحدرة وذلك منذ بداية الخمسينات . وفي هذا النوع من التطبيق فإن لعوامل الحساسية ، سرعة الاستجابة ، الاتزان ، ووسائل الأمان المناسبة للحماية من حالات سوء التشغيل اعتباراتها البالغة الأهمية . وقد كان لا بد من إنتاج صمام ذي أربع اتجاهات خاص يصنع بدقة متناهية للنماذج التي يستخدم فيها ويكون البندول المتخامد كأداة الاستشعار ، ويعطي تسوية في الاتجاه الجانبي وكذلك في الاتجاه الأمامي والخلفي .

وقد أعطي اهتمام خاص للتحكم الأتوماتيكي في معدلات التلقيم الداخلة إلى آلة الضم والدراس لتقليل الفقد في الحبوب إلى أقل حد عند زيادة التحميل(٥) ،(٨) .

والتحكم الأتوماتيكي في ارتفاع جهاز الحصد قد تم تطبيقه في آلة الضم والدراس (٣) وآلات جمع ونزع القطن (١٧) وفي غيرها من آليات الحصاد . وفي بعض البلاد الأوروبية استخدمت وسائل الاستشعار للتحكم في ارتفاع المحاريث المعلقة للتحكم في العمق(٢). وعندما يكون مسطح الحقل غير مستوي فإنها تعطي تحكماً أفضل في العمق مقارناً بنظام التحكم الأتوماتيكي في الوضع الموجود في الجرار وذلك لأنه يمكن وضع وسائل الاستشعار بالقرب من بدن المحراث . وأجهزة التوجيه الأتوماتيكية لآلة حصاد بنجر السكر المقطورة قد تم تطويرها للحفاظ على عجلة رفع الجذور أو الأسلحة متمركزة على الصف وبالتالي تقليل الفقد (٢،١٣) .

ومعظم التحكم الأتوماتيكي على الآليات هي للنظام الهيدروليكي ذي المركز المفتوح . ومع ذلك فقد أنتجت حديثاً صمامات تحكم مناسبة لاستشعار الارتفاع لتستخدم مع نظام هيدروليكي ذي ضغط ثابت وهي شائعة الاستعمال في الجرارات الكبيرة (١٧) .

## ٤ ـ ٢٣. مواصفات أسطوانات الجرارات للتحكم من بعد في الآليات المقطورة:

الأسطوانات المستعملة من بعد للتحكم في الآليات المقطورة تعتبر جزءاً من النظام الهيدروليكي للجرار. وللسماح بالاستخدام المتبادل بين الأنواع المختلفة للآلات المقطورة قامت الجمعية الأمريكية SAE, ASAE بعمل مواصفات قياسية لها. وهذه المواصفات القياسية [١] تشمل أبعاد وطريقة تثبيت الأسطوانات وتشغيلها، أقصى أبعاد للأسطوانة والمسافة والخلوص والمطلوبة على الآليات وكذلك أطوال الخراطيم المطلوبة.

وتخصص الأسطوانات ذات طول مشوار ٢٠٣ ملليمتراً [٨ بوصة] للجرارات التي لها قدرة قصوى ٦٠ كيلووات على عمود الشد [٨٠ حصاناً]. وقد تستعمل الأسطوانات التي لها طول مشوار ٢٠٣ ملليمتر أو ٤٠٦ ملليمتر [٨ بوصات أو ١٦ بوصة] مع الجرارات ذات القدرة الأكبر من ٦٠ كيلووات. وأزمنة التشغيل للمشوار الكامل عند السرعة القصوى للتحميل الكامل للمحرك تصل من $\frac{1}{2}$١ إلى ٢ ثانية للأسطوانة ذات طول مشوار ٢٠٣ ملليمتر ومن ٣ إلى ٤ ثواني للأسطوانة التي بطول مشوار ٤٠٦ ملليمتر. وتكون سعة التحميل على محور الأسطوانة، على الأقل، ٥٠٠ نيوتن لكل كيلووات من أقصى حمل لعمود الشد [١٥٠ رطل قوة / حصان]. وعند الأزمنة المحددة ليبلغ فيها طول المشوار أقصى قيمة له فإن ذلك التحميل المحوري يمثل من ٩ إلى ١٢ ٪ من الحد الأقصى لقوة الشد.

وترفع الآلات، أو تغير زاوية الأمشاط القرصية في مشوار التمدد للأسطوانة. والموقفات المطلوبة للتحكم في طول المشوار المتفاوت يتم دمجها في تركيبة مع الأسطوانة أو في النظام الهيدروليكي بدلاً من أن تكون جزءاً من الآلة وتستعمل على مشوار الانقباض.

## ٤ ـ ٢٤ تصميم وصلات الرفع في الآليات المقطورة :

يكـون مهنـدس الجـرارات هـو المسؤول عن تـوفيـر نـظام للتحكم الهيـدروليكي يمكن أن يـولـد القـدر الأدنى من القـوى المحـوريـة طبقـاً للمواصفات القياسية لجمعيتي SAE, ASAE. أمـا مصمم الآليات فيجب أن يهتم بتقليـل ذروة أحمال الـرفع ، والحفـاظ على هذه الأحمـال في حـدود السعة المتاحة من قدرة الرفع ، وبشكل عام ، تحقيق الاستفـادة القصوى من نظام التحكم .

وعند تصميم وصلات الـرفع ، يجب أن يتـذكر المهنـدس بأن سعـة الشغل الكلي لأسطوانة هيدروليكية هو في الأساس دالة للمساحة الفعالة من سطح المكبس ، وضغط النظام المتاح وطول المشوار والفقد بالاحتكاك في داخل النظام الهيدروليكي والأسطوانة . ومن ناحيـة أخرى فـإن زمن الرفـع يتوقف على إزاحة المكبس وسعـة المضخة عنـد الضغط المحدد للرفـع . وتمثل أزمنة التشغيل طبقاً لمواصفات جمعيتي SAE, ASAE حلاً وسطاً بين متطلبات القدرة الكبيرة اللازمة للرفع السريـع ومسافـات تحرك أكبـر للرفع بسرعات منخفضة .

والشغـل الكلي (أو متوسـطة القوة لأسـطوانـة بـطول مشـوار محـدد) المطلوب لرفع آلة يتأثر بكتلة الآلة المرفوعة ، رد فعل التربـة ، والاحتكاك في الوصلات ، قوى القصور الذاتي والتغيرات المفاجئة فيها ومسافة الرفع . والوصلة المثلى ، من واقع تصميم النظام الهيدروليكي ، هي التي تتـطلب قـوة محوريـة ثابتـة على طول مشـوار المكبس ، على الأقـل تحت ظـروف التحميل القصوى . وهذا يعطي أقصى شغل خارج عند أقل ضغوط . ومع ذلك فغالباً ما ينتج عن التصميم الابتدائي للوصلة قوى ذروة عالية خلال جزء من الدورة كما هو موضح في الرسم البياني للشغل في شكل ٤ ـ ٩ .

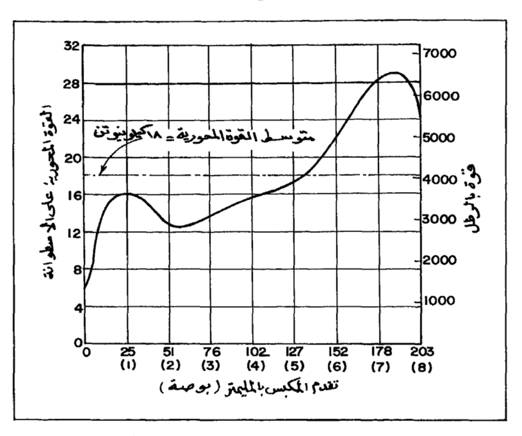
وبفرض أن المطلوب هو إجراء تصحيحي للحصول على متطلب قوة محورية أكثر انتظاماً على طول المشوار ، فإن أولى الخطوات هي أن يتم ، تخطيطياً أو تجريبياً ، تعيين العلاقة بين مسافة رفع الآلة وطول مشوار المكبس وأن توقع هذه النتائج على رسم بياني . ثم تقسم حركة إزاحة المكبس إلى مسافات متساوية على الرسم وتقاس المساحة المحصورة تحت منحنى القوى المحورية على الأسطوانة ( أي الشغل ) لكل زيادة في طول المشوار وحتى الطول الكامل له .

ومتوسط الارتفاع لمنحنى الشغل (المساحة الكلية مقسومة على طول المشوار الكلي) تمثل القوة المحورية المنتظمة المطلوبة . وبقسمة كل زيادة في مساحة الشغل على هذا المتوسط للقوة المحورية يعطي الجزء النظري من طول مشوار المكبس والذي يجب أن يستعمل في مقدار الرفع للآلة والممثل بالزيادة الأصلية لحركة المكبس .

وعلى سبيل المثال دعنا نأخذ زيادات مقدارها ٢٥ ملليمتر في تقدم المكبس من هذا الرسم في شكل ٤ ـ ٩ . وبفرض أنه ، بالوصلات المستخدمة ، يشير منحنى رفع الآلة مع طول مشوار المكبس إلى أن الآلة قد رفعت مسافة ٢٣ ملليمتر من حركة المكبس ثم ٣١ ملليمتر إضافية خلال زيادة ٢٥ ملليمتر التالية ، وبقسمة مساحات الشغل المقاسة لهاتين الزيادتين الأولتين على متوسط القوة المحورية (١٨ كيلو نيوتن) يتضح أن حوالى ١٨ ملليمتر فقط من تقدم المكبس يجب أن تستخدم لرفع الآلة خلال الخطوة الأولى هذه التي طولها ٢٣ ملليمتر ، ومقدار ٢١ ملليمتر من تقدم المكبس للخطوة الثانية للرفع ، ومقدارها ٣١ ملليمتر .

وبذلك فإن تحرك المكبس بمقدار ١٨ ملليمتر لرفع الآلة ٢٣ ملليمتر يمثل نقطة واحدة على منحنى الرفع المثالي ، وتحرك كلي للمكبس بمقدار ٢٩ ملليمتر لرفع الآلة مسافة كلية قدرها ٥٤ ملليمتر يمثل النقطة التالية .

وبمعاملة الزيادات المتتالية بنفس الطريقة ينتج عنها المنحنى المثالي الكامل والذي به يمكن مقارنة التعديل المقترح للوصلات .




**شكل ٤ ـ ٩ الشغل المطلوب لرفع محراث قلاب مطرحي ذي ٣ أبدان وعرض البدن ٤١ سم موضوع في تربة صلبة . قوة الذروة الأولى ناتجة من الحمل المطلوب لكسر التربة وقوة الذروة القريبة من النهاية ترجع إلى الزيادة في معدل الرفع بارتخاء وصلة عجلة الأخدود .** **( R. D. Barrett . Agr . Eng . Oct ., 1949 )**

وإذا ما كانت القوة المحورية المنتظمة المتحصل عليها بإعادة تصميم نظام الروافع لا تزال تزيد عن السعة المتاحة ، فهناك عدة تعديلات تصحيحية إضافية يمكن إجراؤها وهي تشمل ( أ ) تقليل الاحتكاك الكلي في الوصلات . (ب) تقليل مسافة الرفع الكلي . (جـ) تقليل كتلة الآلة . ( د )

استبعاد أي حركة أفقية غير ضرورية للآلة في التربة قد تنتج عن فعل الرفع و (هـ) استخدام يايات مساعدة .

ومعظم آليات الحراثة تتطلب قوة محورية كبيرة لرفعها عندما تكون متوقفة مقارنة بالقوة اللازمة لرفعها وهي في حالة الحركة. وقد تصل هذه الزيادة إلى حوالي من ٥٠ إلى ١٠٠ ٪ لبعض الآليات [٢٠] . وعموماً فإنه يفترض ألا يحدث تجاوز للحد المعلوم للضغط في النظام الهيدروليكي أثناء رفع آلة متحركة ، ولكن يمكن أن نعتبر أن الضغط كله متاح في حالات خاصة لحظية عندما يتطلب الأمر رفع الآلة من حالة الثبات [٢٠] . وهذا يعطي قوة محورية إضافية وربما تبلغ ٢٥ ٪ لمثل تلك الأحوال الطارئة .

وعندما تكون الأحمال المتحكم فيها خفيفة بالقدر الذي يجعل انتظام القوة المحورية غير ذات أهمية فإنه يصبح من الممكن دمج عدة أغراض تشغيلية أخرى مرغوب فيها في النظام . وعلى سبيل المثال ، يمكن الحصول على تحكم بالغ الدقة لآلة حرث بترتيب تركيبة الوصلات لتعطي معدل رفع بطيء في المدى المعتاد من أعماق التشغيل . ومن ناحية أخرى فإذا كان المطلوب إجراء رفع سريع ، كما في حالة قضيب الحصد في محصدة الأعلاف مثلاً ، فإنه يمكن أن يكون التصميم بصورة تجعل من الممكن الاستفادة من جزء فقط من حركة المكبس لإتمام الرفع الكامل للمحصدة .

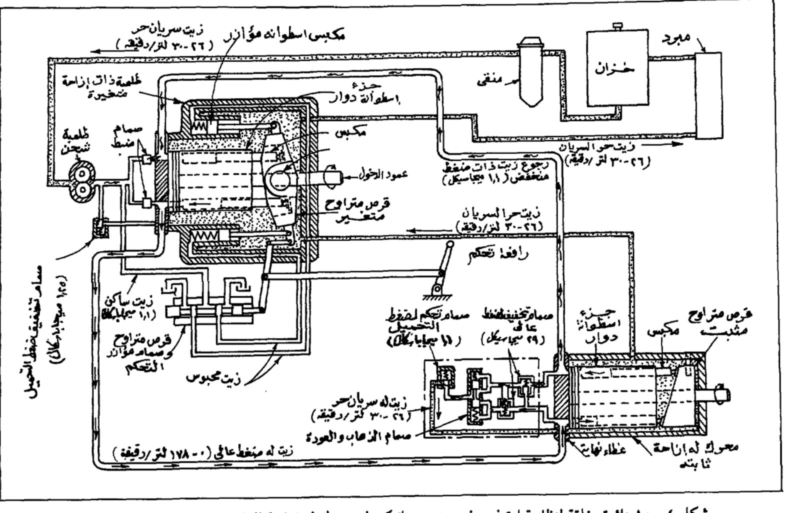
## نقل القدرة الهيدروليكية

### ٤ ـ ٢٥ وسائل القيادة ذات الدفع الهيدروستاتيكي :

إن معظم وسائل القيادة ذات الدفع الهيدرستاتيكي التي تستخدم في الآليات الزراعية تتكون من مضخة ذات مكبس محوري متغيرة الإزاحة تدير محركاً ذا مكبس محوري متغير الإزاحة أو ذا إزاحة ثابتة وفي دائرة مغلقة . والمضخة ذات المكبس المحوري تسمح بالتحكم الإيجابي المبسط للإزاحة المتغيرة . والمحركات ذات المكبس المحوري تتميز بانعكاسية جيدة وهي قد يتوفر بها تحكم للإزاحة المتغيرة ، إذا كان مرغوباً فيه . والمضخات والمحركات ذات المكابس تتميز بكفاءة حجمية وكلية أعلى من الأنواع الأخرى .

وطبيعة الدائرة المغلقة تعني أن الزيت يعاد تمريره بين المضخة والمحرك في ممر مغلق بدون المرور بالخزان . ويتم الاحتفاظ بالضغط على الجانب المنخفض منه عند حد ١ إلى ١,٤ ميجابسكال [١٥٠ إلى ٢٠٠ رطل/ بوصة مربعة] بواسطة مضخة تحميل تقوم هي أيضاً بتمرير نسبة صغيرة من السريان الرئيسي للزيت خلال مبرد وخزان إمداد الزيت .

شكل ٤ ـ ١٠ يوضح نظام قيادة هيدروستاتيكي له محرك ذو إزاحة ثابتة . ويدخل تصرف مضخة التحميل إلى الدائرة المغلقة عند أي مدخل




شكل ٤ - ١٠ دائرة مغلقة لنظام قيادة ذي دفع هيدروستاتيكي له محرك ذو إزاحة ثابتة (B. V. Vogelear) .

للمضخة ذات الإزاحة المتغيرة (معتمداً على اتجاه دوران المحرك) ويترك الزيت الزائد الدائرة عند المحرك من خلال صمام تحكم في ضغط التحميل . ويقوم الصمام الترددي تلقائياً بتوصيل جانب الضغط المنخفض من الدائرة (والذي قد يكون أي جانب) إلى صمام تحكم ضغط التحميل . وينساب الزيت حراً من صمام تحكم ضغط التحميل ليدور خلال المحرك وغلاف المضخة لتبريدهم بعد ذلك يمر خلال مبادل حراري ليبرد وفي النهاية يعود إلى الخزان .

وتقوم أسطوانتا مؤازرة بتغيير زاوية القرص المتراوح لزيادة أو تقليل إزاحة المضخة أو لعكس السريان وذلك تجاوباً مع التغير في وضع رافعة التحكيم . والتحكم المؤازر له وسيلة داخلية تسهل وضع التعادل مع قدر من الحركة الحرة لتفادي الاحتياج للوضع الدقيق لرافعة التحكم للسرعة صفر . ويأتي الزيت الذي يولد قدرة التحكم المؤازرة من مضخة التحميل خلال صمام تحكم رباعي الاتجاه . وفعل التحكم يشابه مثيله في أنظمة التحكم الأتوماتيكي في الوضع في الجرارات كما تم وصفه في الجزء ٤ ـ ٢٠ .

ولقد كان أول استخدام تجاري لأنظمة القيادة ذات الدفع الهيدروستاتيكي على آلات الضم والدراس ذاتية الحركة في عام ١٩٦٥ [١٤، ١٨] . وفي أقل من ٥ سنوات كان تقريباً لكل آلات الضم والدراس المصنعة في الولايات المتحدة الأمريكية أنظمة قيادة هيدروستاتيكية وأصبحت للقيادة الهيدروستاتيكية صفة الشيوع على المصففات ذاتية الحركة . ويمكن حصر بعض مميزات أنظمة القيادة ذات الدفع الهيدروستاتيكي بالمقارنة بالأنواع الأخرى فيما يلي :

١ ـ تعطي تحكماً لانهائياً لتغير السرعة من سرعة خلفية بالكامل إلى سرعة

أمامية بالكامل وتحت التحميل وبرافعة تحكم واحدة . ولا يحتاج الأمر إلى قابض منفرد لهذا الغرض .

٢ ـ يعطي نظام الدائرة المغلقة تحكماً إيجابياً في السرعة تحت جميع الظروف . والسرعة الأرضية عند أي وضع لرافعة التحكم تكون بالضرورة ثابتة ، بغض النظر عن متطلبات قدرة الدفع الموجبة منها أو السالبة .

٣ ـ تعطي كبحاً ديناميكياً أثناء الحركة وكبحاً استاتيكياً في وضع التعادل .

٤ ـ يكون التحكم مستجيباً للوضع (أي إن السرعة ترتبط بموضع رافعة التحكم) .

والقيادة الهيدروستاتيكية هي أقل كفاءة من أنظمة نقل القدرة الميكانيكية وخاصة تحت أحمال مخفضة [١٨] . وهذه الخاصية على أي حال ليست بالأهمية الكبيرة على آلات الضم والدراس وذلك لأن الجزء الأكبر من قدرة المحرك الخارجة عادة ما تكون مطلوبة لتشغيل المكونات العاملة . ومعظم الآلات ذاتية الحركة الأخرى لها متطلبات قدرة دفع منخفضة نسبياً بالمقارنة مع الجرارات التي تعطي قدرة على عمود الشد . وأنظمة القيادة الهيدروستاتيكية تكون مرتفعة الثمن مقارنة بالأنواع الأخرى، ولكن تكلفتها آخذة في الانخفاض بتحسين التقنية وزيادة الإنتاج كلما زاد التوسع في استخدامها .

وفي حين أن العزم المتوفر من نظام ميكانيكي متعدد السرعات يزداد كلما انخفضت السرعة الخارجة منه ، فإن أقصى عزم من محرك هيدروليكي يكون محدوداً بالضغط ويظل بالضرورة ثابتاً كلما انخفضت السرعة . ولهذا السبب فإنه يستعمل جهاز نقل من النوع ذي التروس ومتعدد السرعات مع المحرك الهيدروليكي في نظام قيادة آلة الضم والدراس . وبالرغم من أنه

يمكن الحصول على المدى الكامل للسرعة بما في ذلك المدى المتدني منها حتى الصفر من ترس النقل الأعلى، فإن استخدام ترس أقل للسرعات الأمامية المنخفضة يزيد من العزم المتاح . وعندما يكون مطلوباً سرعة منخفضة وعزم عند حده الأقصى فإن استخدام وسائل النقل الميكانيكية المتعددة السرعات يسمح باستخدام مضخة أصغر ومحرك أصغر (١٨) .

وآلات التصفيف ذاتية الحركة لا بد أن تكون لها القدرة على عكس حركة إحدى عجلات القيادة بينما تظل الأخرى تتحرك للأمام وذلك لعمل دورات مربعة . ويحدث هذا بواسطة استخدام نظامين للقيادة الهيدروستاتيكية واحدة لكل عجلة(٤). ويتم اتصال أنظمة التحكم داخلياً للمضختين المتغيرتين الإزاحة بحيث يمكن تغير كلا السرعتين إما بقدرٍ متساوٍ أو باختلاف بينهما. والمحركات أيضاً لها إزاحة متغيرة ، حيث تستخدم الإزاحة الصغرى (حوالى نصف القيمة العظمى) للحصول على سرعات على الطريق .

وعندما يكون لنظام القيادة الهيدروستاتيكي محرك ذو إزاحة متغيرة، فإنه من الأفضل أن ترتب أنظمة التحكم بحيث لا يمكن تقليل إزاحة المحرك حتى تكون إزاحة المضخة عند أقصى ضبط لها . ونظام القيادة الهيدروستاتيكية يمكن أن يكون له محركان متصلان على التوازي عند عجلتي الدفع الأمامي ويتم تشغيلهما من مضخة واحدة . وهذا الترتيب يلغي وجود التروس الفرقية وجهاز النقل على المحاور والعجلات المجهزة بمحركات هيدروليكية ، مثل المحركات ذات المكابس القطرية أو من النوع الدوار والمبيتة في غلاف على محور العجل ، حيث يوجد على هذه العجلات دائرة مسامير تسمح بتركيب عجلات مركبات قياسية أصبحت تتوفر تجارياً .

وفي الاستعمالات الشائعة ترجع تسمية «القيادة بالدفع الهيدروستاتيكي» إلى نظام القيادة الذي وصف في الجزء السابق. ويوجد نوع آخر من نظم القيادة بالدفع والذي هو أقل بكثير في التكاليف، له مضخة ذات إزاحة ثابتة لتدير محركاً ذا إزاحة ثابتة في دائرة مفتوحة. ويتم التحكم في السرعة بواسطة مقسم للسريات يمكن ضبطه أو بصمام لتنظيم التصرف قابل للضبط ومركب على التوازي مع المحرك كما هو موضح في شكل ٤ ـ ١١. ولا يكون التحكم في السرعات بالسلاسة أو بالإيجابية كما في نظام الدائرة المغلقة . ويمكن للمحرك أن يسرع أكثر من المضخة (أي لا يوجد فعل كبح) إلا إذا تواجد في النظام وسيلة مناسبة للتقييد أو للتحكم في الضغط بين التصرف الخارج من المحرك والخزان.

**٤ ـ ٢٦ توصيل القدرة الهيدروليكية في أنظمة متعددة الأغراض:**

إذا اشتمل النظام الهيدروليكي على كل من محركات وأسطوانات بينما يتطلب طبيعة العمل فقط تشغيل المحركات في فترات متقطعة ولوظيفة واحدة فقط في كل فترة معينة، فإن استخدام دائرة مفتوحة المركز مع مجموعة من الصمامات المتصلة على التوازي والتوالي قد يكون كافياً. ولكن إذا ما عمل واحد أو أكثر من المحركات بصفة مستمرة، أو إذا ما وجب إجراء وظيفتين أو أكثر معاً في نفس الوقت، فإن الأمر يتطلب وجود مقسمات سريان الزيت أو منظمات السريان. وإذا لزم الأمر تشغيل وظيفتين أو ثلاثة على الأكثر، فقد يمكن تشغيلهما على التوالي، بشرط أن تكون متطلبات سريان الزيت لها جميعاً متساوية وإن مجموع متطلباتهما للضغط لا تزيد عن الضغط المعروف للنظام.

إن مضخة النظام الهيدروليكي المتعدد الأغراض أو الوظائف التي تعمل جميعها في توازي، يجب أن تكون لها سعة كافية لمقابلة الاحتياجات الكلية

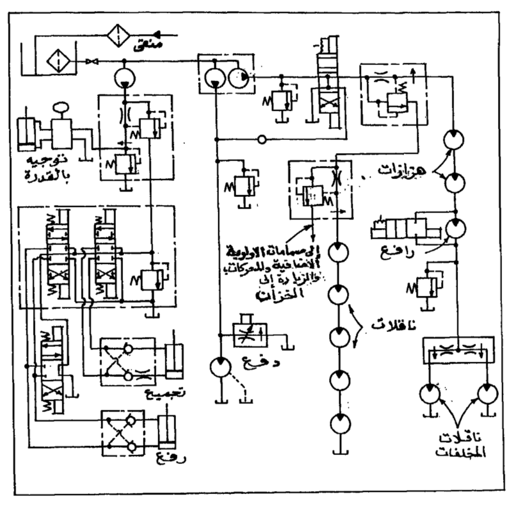
لكل المكونات التي قد تعمل في آنٍ واحد. ولا بد أن تختار المكونات بطريقة معينة بحيث تكون الضغوط المطلوبة لتشغيلها متقاربة بقدر الإمكان وذلك لأن المضخة لا بد لها دوماً من أن تعطي كل تصرفها لمواجهة أعلى ضغط مطلوب لأي إجراء تحت التشغيل. والضغط الزائد غير المطلوب للأغراض الأخرى التي تعمل في نفس الوقت لا بد أن يتم التحكم فيه عن طريق اختناق.

وعندما يحتوي النظام على محركات تعمل باستمرار فإنه من الأنسب تقسيمها إلى اثنين أو أكثر من الدوائر المستقلة مع مضخات منفصلة لكل منها (ولكن عادة ما يكون هناك خزان واحد). ويستعمل لهذا الغرض المضخات الترسية أو الريشية والتي تتواجد في مجموعة أو اثنين أو أكثر من وحدات الضخ في نفس الغلاف الخارجي وعلى نفس المحور. وقد تستعمل أيضاً المضخات الفردية. ويوصل كل محرك إلى مضخة منفصلة تعدل ضغط تصرفها أوتوماتيكياً طبقاً لاحتياجات المحرك (حتى ضغط التخفيف). وسرعة المحرك يمكن التحكم فيها بواسطة مقسم للتصرف بدون التأثير على أي من المكونات الأخرى للنظام.

ويمكن تشغيل اثنين أو أكثر من المحركات المحملة بقدر متناسب مع معدلاتهما وذلك بتوصيلهما على التوازي من نفس المضخة، بشرط أن تظل علاقة الأحمال ببعضها ثابتة ومعقولة ويمكن تقبل الاختلافات البسيطة في السرعة. وفي معظم الأحوال تقوم مضخة واحدة بخدمة جميع الاسطوانات في النظام الهيدروليكي.

وفي بعض الأحيان توصل المحركات الهيدروليكية على التوالي لتشغيل ناقلات تعمل في تتابع. وهذه التركيبة تضمن تزامن تقريبي للسرعات بالرغم من اختلاف الأحمال. وإذا توقف أحد المحركات بسبب الحمل الزائد أو توقف لأي سبب آخر، فإن جميع الناقلات في النظام سوف تتوقف تلقائياً.

وللحصول على عزم محدد عند سرعة محددة فإنه يتم توصيل محركين على التوالي واللذين يجب أن يكونا ضعف حجم محركين متصلين على التوازي وذلك نظراً لصغر فرق الضغط عبر كل محرك.




شكل ٤ ـ ١١ جهاز هيدروليكي متعدد الأغراض لآلة حصاد طماطم ذاتية الحركة. (Cour-tesy of FMC Corp).

شكل ٤ ـ ١١. يوضح رسم لدائرة هيدروليكية لنظام متعدد الأغراض ذي ثلاث مضخات. إحدى المضخات تعمل لتشغيل نظام التوجيه بالقدرة

واسطوانات الدفع ، مضخة لجهاز القيادة بالدفع، والثالثة تمد المحركات الأخرى بالتصرف اللازم. والتصرف الخارج من المضخة الثالثة يمكن توجيهه إلى محرك الدفع لزيادة السرعة الأمامية للقيادة. لاحظ أن مجموعات المحركات المتصلة على التوالي يتم إمدادها خلال مقسم سريان تناسبي، والتركيبة المتصلة على التوالي لصمامات تحكم ثلاثية الاتجاه لتشغيل أسطوانات الدفع .

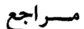
**٤ ـ ٢٧ المحركات الهيدروليكية من بعد ـ للجرارات :**

لعدد من السنوات، كان الغرض الأساسي للأنظمة الهيدروليكية على الجرارات الزراعية هو الحصول على الطاقة للتحكم في وظائف الجرار والتحكم في الآلة. ولكن مع التوسع في أنظمة التحكم الهيدروليكي وكذلك زيادة سعات الأنظمة فقد أصبح النظام الهيدروليكي للجرار أكثر أهمية كوسيلة فعالة لزيادة إمكانية الاستفادة من قدرة محرك الجرار. وحيث إن لمعظم الجرارات مخارج لتوصيل الاسطوانات من بعد، فإنه من المنطقي أن يعطى بعض الاعتبار لتوصيل محركات من على بعد إلى نفس هذه المخارج.

وكخطوة أولى فقد وضعت جمعية ASAE مواصفات قياسية للمحركات الهيدروليكية البعيدة[1] في عام ١٩٦٨ . وقد اعتبر المحرك الهيدروليكي كجزء من الجرار. ويكون طول الخرطوم كافي للسماح بتثبيت المحرك في أي مكان في دائرة بنصف قطر محدد من نقطة الشبك في الجرار. كما حددت جميع الأبعاد الخاصة بالتثبيت وأحجام أذرع التوصيل. ومعدل سرعة التشغيل هي ١٠٠٠ لفة/دقيقة. وهي تقابل أقصى سرعة قياسية لمأخذ القدرة الميكانيكية (عمود الإدارة الخلفي) للجرار. ويجب أن تكون المحركات من النوع الذي يمكن عكس اتجاه دورانه، وذات تحكم في تغير السرعة. وإن أقل قدرة خارجة منها هي ٣,٧، ٧,٥، ١١,٢٠ كيلووات [٥، ١٠، ١٥ حصان ميكانيكي]

وذلك لثلاثـة جرارات في أحجـام مختلفة عنـد ٨٠ ٪ من أقل ضغط تخفيف. وهذه الحدود الـدنيا للسعـات تمثل ١٠ إلى ٢٥ ٪ من أقصى قـدرة على ذراع الشد.

ولتطبيقات معينة للآلات والتي في حدود القـدرة المتاحـة للمحركـات الهيـدروليكية عن بعـد للجرار، فـإن هذا النـوع من التشغيل يعـطي مميزات معنـوية أفضـل من أعمدة الإدارة الخلفيـة أو محركـات حراريـة صغيرة فيمـا يختص بتعدد استعمالاتها، وصغر حجمها وسهولة التحكم في تغير السـرعة. ويحتاج الأمر إلى مقدرة للتخلص من كمية الحرارة عند استمرار تشغيل المحرك وذلك مقارنة بالتشغيل المتقطع للاسطوانات أو أجزاء تحكم أخرى في الجرار. وبالرغم من أنـه يصمم العديـد من النظم الهيـدروليكية للجـرار بحيث تسمح بعملية محركة من بعد ، إلاَّ أن البعض الآخر ليس له سعة تبريد للزيت مناسبة للتشغيل المستمر للمحركات .



1 - Agriculture Engineers Yearbook, 1976, PP.224 - 228. ASAE, St. Joseph, Mich.
2 - BATEL, W., and R. THIEL. Automatic control of agricultural machines. Grundl Landtech., Heft 14:5 - 13, 1962. NIAE transl. 206.
3 - BREDFELT, R. T. Automatic header height control for self - propelled combines. Agr. Eng. 49:666 - 667, Nov. 1968.
4 - CASE, C. Development of a hydrostatic driven windrower. ASAE Paper 67 - 676, Dec., 1967.
5 - EIMER, M. Progress report on automatic controls in combine - harvesters. Grundl. Landtech., 16:41 - 50, 1966. NIAE transl. 207.
6 - Farm Epuipment Hydraulics. Reprint of seven articles published from Jan. 7,1966 through Apr. 7, 1966. Implement and Tractor.
7 - Fluid Power Handbook and Directory Industrial Publishing Co,. Cleveland, Ohio, 1969.
8 - FRIESEN, O.H. G.C. ZOERB, and F.W. BIGSBY. For combines: controlling feed rates automatically. Agr. Eng.., 47:434 - 435, Aug,. 1966.
9 - Fundamentals of Service - Hydraulics. Deere and Co. Moline, III., 1967.
10 - HERSHMAN, G.L. Tractor hydraulics - good field, no hit. SAE Trans., 66:612 - 619. 1958.
11 - HOOK, R.W. Hydraulic depth control of multi - section machinery. Agr.Eng., 49:732 - 733. Dec., 1968.
12 - HOOK, R.W. and K.E. MURPHY. Prociding depth control for integral flexible implements . Agr. Eng. ,51:560 - 561, 563, Oct., 1970.
13 - KRAVCHENKO, A.S. Automatic Providing beet harvesters along the rows. Trakt Selkhozmash., 33(10):34 - 35, 1963. NIAE transl. 187.
14 - KRUKOW, E. J. Harvesting grain hydraulically. Agr. Eng., 47:424 - 427, Aug., 1966.
15 - MYERS, G., and D. SCHWIEGER. John Deere forage harvester electrical remote control system. ASAE Paper 70 - 680, Dec., 1970.
16 - POOL, S.D. Controls for full - leveling hillside combine. Agr. Eng., 37:245 - 248, Apr., 1956.

17 - SANDERSON, L.F. Height sensing with a closed - center hydraulic system. Agr. Eng. 52:18 - 19, Jan., 1971.
18 - VOGELAAR, B.F. Developing a hydrostatic drive for self - propelled combines. Agr. Eng., 47:70 - 72, Feb., 1966.
19 - WILSON, R. W. Implement control by tractor driveline torque sensing. ASAE Paper 71 - A 609 - NP, Dec., 1971.
20 - WORTHINGTON, W.H,. and J.W.SIEPLE. Hydraulic capacity requirements for Control of farm implements. Agr. Eng.33:273 - 276, 278, May, 1952.

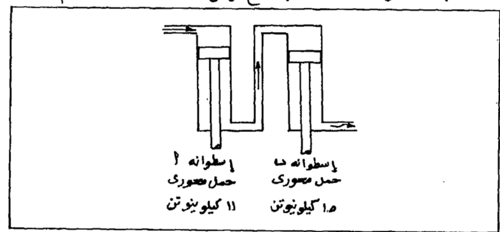
## مسائــل

٤ ـ ١ توضع صمامات تحكم هيدروليكي في تركيبة لتوصيـل أسطوانـات على التوالي كما هو موضح في الشكل المرفق. وكل أسـطوانة لهـا قطر ٧٦ ملليمتـر وقطر عمـود المكبس ٢٥,٤ ملليمتـر . والأحمـال المحـوريـة موضحة على الرسم . ومعدل تصرف الزيت الخارج من المضخة هو ٣٢ لتر/ دقيقة. احسب

أ ـ ضغط الطلمبة المطلوب، اهمل الفقد في خطوط التوصيل.

ب ـ معدل تحرك المكبس في كل اسطوانة، بالملليمتر في الثانية.

جـ ـ القدرة الداخلة للطلمبة، مع فرض أن الكفاءة الكلية للنظام ٦٠ ٪.




٤ ـ ٢ ارسم رسم تخـطيطي بـالرمـوز لثلاث صمـامات مجتمعـة موصلة على التوالي ـ التوازي وتشبه طريقة عملها الصمامات الموضحة في شكل ٤ ـ ٦ .

٤ ـ ٣ إذا كان مطلوباً التحكم برافعة تحكم واحدة في المجموعة الأمامية والمجموعة الخلفية لآلة عزيق معلقة بحيث يكون لها فعل تأخير أوتوماتيكي للرفع وكذلك فعل تأخير أوتوماتيكي لخفض المجموعة الخلفية . باستخدام الرموز في الرسم ، وضح التركيبة التي تعطي فعل التتابع في الحركة للأسطوانة الخلفية إلى أن تصل الأسطوانة الأمامية إلى نهاية مشوارها (في كلٍّ من الاتجاهين). وضح فقط الجزء من الدائرة أمام صمام التحكم الاتجاهي. بيِّن ضغط الفتح المناسب لكل صمام ضغط بالتتابع إذا كان النظام يعمل على ضغط ٨ ميجابسكال وأقصى ضغط مطلوب للرفع لكل أسطوانة هو ٢ ميجابسكال . (رمز صمام الضغط التتابعي مثل رمز صمام تخفيف الضغط ما عدا أن خط الخروج يذهب إلى تشغيل الغرض الثاني بدلاً من الاتجاه للخزان ) .

أ ـ في نظام تكون فيه كلا الأسطوانتين مزدوجة الفعل .

ب ـ في نظام تكون فيه الأسطوانة الخلفية أحادية الفعل (وهي الحالة العادية لنقط التعليق الثلاث). وصمام تخفيف الضغط للنظام يجب ألاَّ يعمل أثناء تحرك أي من المكبسين .

٤ ـ ٤ افترض في الأسطوانة الموضحة في شكل ٤ ـ ٩ ، أن الزيادة الحقيقية في مقدار رفع محراث لتحركات متتالية قدرها ٢٥,٤ ملليمتر من المكبس هي ٢٣ ، ٣١ ، ٣٦ ، ٤١ ، ٤٨ ، ٦٩ ، ٩١ ، ٩٩ ملليمتر (٤٣٩ ملليمتر هو الرفع الكلي) . ارسم هذا المنحنى الفرضي لرفع المحراث مع مقدار حركة المكبس (قيم تجميعية) ، ثم استخدم المنحنى في شكل ٤ ـ ٩ لتعين منحنى الرفع المثالي لقوة محورية ثابتة، ارسم هذا المنحنى المثالي على نفس الرسم مع منحنى الرفع الحقيقي المفترض، جدول البيانات والنتائج .

٤ ـ ٥ إذا كان العزم الخارج من محرك ترسي هو ٨٢ نيوتن ـ متر عند سرعة دوران ٢٧٥ لفة / دقيقة . وإن معدل التصرف المطلوب هو ٣٤ لتر / دقيقة وإزاحة المحرك ١٠٥ سنتيمتر مكعب في كل لفة ، وكفاءة المحرك الكلية هي ٧٢٪ ، والفقد الكلي للضغط في خطوط التوصيل والصمامات والتوصيلات هو ٠,٤١ ميجابسكال . والكفاءة الكلية للطلمبة هي ٧٥٪ احسب :

أ ـ القدرة الخارجة من المحرك .

ب ـ الانخفاض في الضغط المطلوب عبر المحرك .

جـ ـ الكفاءة الحجمية للمحرك .

د ـ الكفاءة الكلية للنظام ، مع فرض أن كل التصرف الخارج من الطلمبة يمر خلال المحرك .

٤ ـ ٦ إذا كانت سرعة المحرك في المسألة رقم ٤ ـ ٥ قد خفضت بمقدار ٢٥٪ بواسطة تمرير جزء من التصرف الخارج من المضخة عبر ممرات جانبية ولم يحدث تغير للعزم المطلوب . افرض أن كفاءة المضخة والمحرك وكذلك الضغط الكلي المفقود في الخطوط من وإلى المحرك تظل كما هي عليه في المسألة رقم ٤ ـ ٥ ، احسب

أ ـ الانخفاض في الضغط عبر المحرك .

ب ـ معدل التصرف خلال المحرك .

جـ ـ الكفاءة الكلية للنظام .

# الباب الخامس
# حرارة التربة وديناميكيتها

# الباب الخامس
# حراثة التربة وديناميكيتها

## ٥ ـ ١ مقدمـــة:

في هذا الباب سـوف نتعرض إلى الأسـاسيات العـامة لعمليـة الحراثـة وطرق إجرائها، وكذلك سوف يحتوي الباب على شرح مختصر لأساسيات ديناميكا التربة وتطبيقاتها في الحراثة. وعمومـاً لن يكون هنـاك أي محاولـة لوصف أنماط انهيار التربة . . أو ميكانيكية انهيارها.

لقد بدأت الأبحاث في مجال ديناميكية التربـة في أوقات مبكرة ترجع إلى عام ١٩٢٠ م، وكان هناك مجالاً متسعاً للبحوث في هذا الموضوع بدءاً من عام ١٩٥٠ م. ومنذ ذلك الحين تم نشر عدد كبير من النشرات العلمية. وقـد قام جيـل وفيندبـرج (Gill and Vandenberg) بتحليل وتلخيص وتنسيق البحوث التي نشرت في مجال ديناميكا التربة حتى عام ١٩٦٤، وقد اعتمدا في ذلك على النتائج والمعلومات الأساسية المتاحة وقتئذٍ . وقد أدى مجهودهما إلى عمل كتاب[١٠] يتكون من ٥٠٠ صفحة والـذي يمثل إضـافة أسـاسية في مجال ديناميكية التربية .

وبالرغم من التطور السريع الذي تحقق في السنـوات الحديثة، فإن موضوع الحراثة ظل أبعد ما يكون عن علم دقيق المعالم. ومع أن الهدف الأساسي من الحراثة هو توفير بيئة ملائمـة مثلى لنمو النبـات فإنـه لا يمكن

التحديد الكمي أو تعريف مواصفات التربة المطلوبة. والقوة المؤثرة على الأسلحة التي لها تأثير معين على التربة يمكن أن تقاس بدقة ولكن لا يمكن أن نتنبأ بطريقة تغيرها وتأثير التغير في تصميم الأسلحة. وتبعاً لذلك فإنه ليس من المدهش أن نعرف أن تصميم آليات الحراثة ما زال فناً أكثر منه علماً.

وسوف ندرك تماماً مدى أهمية الحراثة المثلى وتحسين تصميم أسلحة الحراثة إذا عرفنا أن أكثر من ٢٢٥ × ١٠^٩ ميجاجرام [ ٢٥٠ بليون طن ] من التربة يتم حرثها وقلبها كل عام في الولايات المتحدة الأمريكية. ولحرث هذه التربة مرة واحدة فإن ذلك يتطلب ٢ × ١٠^٩ لتر [ ٥٠٠ مليون جالون ] من وقود البنزين أو الديزل [١٠] .

وفي خلال هذا الباب سوف نركز دائماً على أسلحة المحاريث وآليات الحراثة. ويمكن تعريف أسلحة المحاريث على أنها الجزء الخاص الذي يعمل في التربة مثل بدن المحراث أو قرص المحراث أو جرافة العزيق . وآلية الحراثة تتركب من سلاح واحد أو مجموعة من أسلحة، مجمعة مع بعضها على إطار وعجلات ووسائل تحكم وحماية ، وأي أجزاء أخرى تستخدم في نقل القدرة .

**٥ ـ ٢ أهداف الحراثة :**

يمكن تعريف الحراثة على أنها التداول الميكانيكي للتربة لأي غرض. وفي الزراعة فإن بعض الأهداف الرئيسية للحراثة هي : ـ

١ ـ الحصول على تركيب بنائي مرغوب للتربة تجعلها مناسبة كمرقد للبذرة أو للجذور . والتركيب الحبيبي للتربة يكون مرغوباً فيه لأنه يزيد من النفاذية والتصرف الجيد لمياه الأمطار وذلك للوصول إلى سعة جيدة للهواء في التربة ولتحركه داخلها . وبالإضافة إلى ذلك، فإن التركيب الحبيبي يشكل

أقل قدر من المقاومة الميكانيكية لنمو الجذور. والمرقد الجيد ، من ناحية أخرى ، هو الذي يعنى وجود حبيبات أصغر وتماسكاً أكثر وتجاوراً أفضل بين حبيبات التربة حول البذور .

٢ ـ للتحكم في نمو الحشائش أو للتخلص من المحصول غير المرغوب فيه (كما في حالة الخف).

٣ ـ للاستفادة من بقايا النباتات وذلك بقلبها ليتم تحللها في التربة حيث إن بقاء بقايا النباتات في الطبقة العليا من سطح التربة يقلل من التعرية. والتغطية الكاملة لبقايا النبات تعتبر أمراً ضرورياً في بعض الأحيان لحماية بعض المزروعات من مضار الشتاء القارص أو لتعريض بعض الحشرات، أثناء بياتها الشتوي، لظروف البرد القارص ليقضي عليها.

٤ ـ للتقليل من تعرية التربة باتباع نظام الحراثة الكنتورية، وعزيق سطح التربة والاستفادة من بقايا النباتات على سطح التربة.

٥ ـ للحصول على شكل محدد وجيد لسطح التربة مناسباً لعمليات وضع البذور والري والصرف والحصاد . . . إلخ .

٦ ـ لخلط السماد ودمجه مع التربة وكذلك المبيدات الحشرية أو أية إضافات أخرى يراد وضعها في التربة.

٧ ـ لإجراء عزل لبعض ما قد يكون في التربة، مثل عمليات التخلص من الصخور إزالة بقايا الجذور وغيرها من الأجسام الغريبة ولحصاد المحاصيل الجذرية. وهذه العمليات قد تتطلب تحريك التربة من مكان لآخر.

## ٥ ـ ٣ طرق الحراثة :

عادة ما تقسم طرق الحراثة لإعداد مرقد البذور إلى حراثة ابتدائية

وأخرى ثانوية علماً بأنه لا يوجد فاصل واضح بين هذين النوعين. وعمليات الحراثة الابتدائية تعتبر العملية الأولية والرئيسية في التعامل مع التربة، وهي عادة ما تتم للتقليل من قوة وتماسك التربة وتغطية المواد النباتية وتغيير التركيب الحبيبي لها. أما الحراثة الثانوية فإنها تجري لتنعيم التربة بعد الحراثة الابتدائية. ويعتبر المحراث القلاب المطرحي هو الأكثر شيوعاً في عمل الحراثة الابتدائية، ولكن من الممكن أيضاً استخدام المحاريث القرصية، وكذلك الأمشاط القرصية الكبيرة، وأنواع الأسلحة الحفارة والمحراث تحت التربة ، والمحراث الدوراني . والمحاريث والآلات القرصية تقطع وتفتت وتقلب التربة جزئياً . والأسلحة الحفارة وأسلحة تحت التربة فإنها تكسر التربة بدون قلبها . وهناك آليات مختلفة كثيرة تشمل التي ذكرت من قبل تستخدم في الحراثة الثانوية وفي العزيق أثناء الزراعة .

وقد وجه في الآونة الأخيرة اهتمام متزايد نحو الإمكانات المتوفرة في آليات الحراثة متعددة القدرة، أي آليات الحراثة التي تأخذ القدرة اللازمة لها بأكثر من طريق. فالمحراث الدوراني والمحراث ذو الأسلحة المتأرجحة والآليات الدوارة هي أمثلة على ذلك. وهذه الآليات تأخذ جزءاً من القدرة اللازمة لها من منبع دوار، وعادة ما يكون عمود الإدارة الخلفي للجرار. وتقليل قوة الشد اللازمة للحراثة، بالإضافة إلى تحريك التربة بالقدر الذي يحقق النتائج المرجوة هما المتطلبان اللذان ترجع إليهما التعقيدات العديدة في هذه الأنواع من الآليات. ولو أمكن تقليل قوة الشد بواسطة استخدام - على الأقل - جزء من قدرة الجرار بطريقة لا تعتمد على قوة دفع العجلات فإنه يمكن استخدام جرارات ذات كتلة أقل، وبالتالي يكون سعرها أقل وتعطي كبس أقل للتربة. وفي هذا الصدد فإن المحراث الدوراني يتطلب قوة شد منخفضة أو قد تكون سالبة ولكن القدرة الكلية المطلوبة للحرث تكون عالية، كما إن تفتيت التربة قد يكون أكثر مما

هو مطلوب. والمحاريث الاهتزازية أو التي تعمل بتردد سلاح يدفع في التربة قد تتطلب قوة شد أقل، ولكن القدرة الكلية اللازمة لتشغيلها ربما لا تنخفض، بل قد تزيد في بعض الأحيان. والجرافات الآلية التي طورت في أوروبا تستخدم في رفع التربة ثم تقليبها، وتعتبر القدرة المطلوبة لتشغيلها معقولة ولكن الأنواع المتوفرة منها تعتبر معقدة ميكانيكياً ولها مقدرة تحمل منخفضة.

**٥ ـ ٤ نظم أدنى قدر من الحراثة:**

إن المهندسين الزراعيين وغيرهم من الأخصائيين والذين يعملون بإنتاج المحاصيل أو علوم الأراضي يتفقون جميعاً على أن هنالك، بشكل عام، زيادة في الحراثة، أكثر مما هو ضروري لضمان أقصى زيادة في المحصول. وفي بعض الحالات يكون كبس التربة الناتج من الجرارات والآليات كبيراً بالقدر الذي يقضي على فوائد الحراثة الابتدائية. وعمليات الحراثة بعرض مستمر تجري عادة بهدف إعداد مرقد جيد للبذور، بالرغم من أن زيادة درجة تفتت التربة أو درجة تماسكها قد تكون زائدة في كثير من الأحيان عما يتطلبه النمو الجيد للجذور.

وفي السنوات الأخيرة أصبح هناك اهتمام خاص بنظام أقل حراثة كوسيلة لتقليل تكاليف إنتاج المحاصيل الحقلية وتحسين ظروف التربة. ونظام أقل حراثة هو أساساً مجال واسع يمكن تطبيقه بعدة طرق وتكون أهدافه العامة كالآتي: ـ

١ ـ لتقليل الطاقة الميكانيكية ومتطلبات العمالة المستخدمة.
٢ ـ للحفاظ على الماء وتقليل تعرية التربة.
٣ ـ لتأدية فقط العمليات الضرورية للوصول إلى أنسب ظروف للتربة في المساحات المتوفرة للنبات في حقل معين ( أي أنه تتم الحراثة في مساحة الخطوط مقارناً مع المساحة بين الخطوط ).
٤ ـ تقليل عدد مرات المرور فوق التربة.

وفي بعض نظم أقل حراثة تستخدم مجموعة آليات للحرث مع عملية الزراعة. ويتم ذلك مباشرة بعد إجراء عملية الحراثة بالمحراث الحفار أو أي آلة حراثة ابتدائية أخرى. . وتستخدم أسلحة حراث ثانوية ذات عرض صغير وغير عميقة وتوضع قبل آلة الزراعة مباشرة. وفي أنواع أخرى من العمليات المجمعة يتم فيها حراثة شريحة من التربة في مقدمة آلات الزراعة مباشرة، وذلك في أرض غير محروثة أو في أرض كانت قد حرثت في الخريف السابق . وهناك تركيبات متعددة لتجميعات الآلات والوحدات التي تؤدي عمل نظام أقل حراثة ، وعملية الزراعة ، وهي متوفرة في الأسواق .

والتطبيق الأساسي لنظام أقل حراثة نجده في زراعة الذرة وكذلك في نظام الحراثة في شرائح الذي طبق في محصول القطن بنجاح وفي عدد من المحاصيل الأخرى. ونظام أقل حراثة لمحصول الذرة، عادة ما يتم في أرض منزرعة بنبات نجيلي أو بقايا الحبوب الصغيرة . وفي النظام الذي يسمى ( اللاحراثة ) يقوم سكين أو أي سلاح مناسب يمر على سطح التربة ليقطع ويقلب شريحة بعرض ٥ إلى ٨ سنتيمتر [ ٢ إلى ٣ بوصة ] خلال النباتات أو بقاياها التي تغطي سطح الأرض ، وبعد ذلك تتبعها آلة الزراعة من الخلف مباشرة . ومن ضمن الأعمال التي اتبع فيها نظام أقل حراثة في الآونة الأخيرة في حقول الذرة كانت ( أ ) تجميع عمليتي الحراثة والزراعة معاً . (ب) الزراعة في مسار العجلات مباشرة بعد الحراثة . ولعدة أسباب مختلفة لم تلق أي من هاتين الطريقتين قبولاً بدرجة معقولة .

وعمليات الزراعة والحراثة بفجاجات (معاً) في حقل غير محروث تعتبر صورة من صور أقل حراثة وهي تتم مع نبات الذرة ونباتات الصفوف الأخرى في بعض المساحات . ويزرع كل صف في قاع الأخدود أو على شريحة مسطحة

مرتفعة في الصف ويتم ذلك في عملية متحدة . وفي السهول الساحلية لكارولينا وجورجيا - على سبيل المثال - تزرع أنواع مختلفة من محاصيل الصفوف في حقول فيها بقايا محاصيل الحبوب الصغيرة وبدون حراثة مسبقة .

وقد أوضحت الخبرة أن أقل حراثة ممكنة تحت ظروف مناسبة، ومع بعض محاصيل الصفوف ، تعتبر طريقة فعالة للمحافظة على المصادر وتقليل تكاليف الإنتاج، وعادة ما يتم ذلك بدون تخفيض في المحصول[٢٥]. ونظام أقل حراثة ربما يتسبب في بعض المشاكل الإدارية، خاصة إذا ما أخذنا في الاعتبار سطح الإنبات وما يوجد عليه من مخلفات نباتية . وربما تزيد من مشكلات الحشرات . ويكون بالضرورة استعمال التحكم الكيميائي في الحشائش .

**٥ - ٥ الحراثة في تربة مع الحفاظ على النباتات فوقها :**

الأهداف الرئيسية من الحراثة في أرض مع الحفاظ على النباتات التي تغطيها هي تقليل التعرية بالرياح والمياه ، وكذلك المحافظة على المياه وتقليل الفقد بالجريان السطحي . وهذه الطريقة تعتبر مقبولة في منطقة السهول العظمى ( Great Plaine )، والمناطق الجافة وشبه الجافة . وعملية الحراثة مع إبقاء النباتات السابقة عبارة عن قطع جذور الحشائش أو خلطها مع التربة لعمق السنتيمترات القلائل الأولى من السطح . والوضع الأمثل لبقايا المحصول يعتمد على الكمية الموجودة منه وطريقة إجراء العملية . ووجود كمية من بقايا النباتات السابقة على السطح أو بالقرب منه تحفظ التربة ولكن تسبب مشكلة عند الزراعة ( حيث إن آلة الزراعة لا بد أن تحرث خلال بقايا النباتات السابقة ) وكذلك عند إجراء عملية في العزيق في محاصيل الصفوف المتضمنة في الدورة الزراعية .

وقد تم إنتاج نوع خاص من حراثات تحت التربة لتقوم بعمل الحراثة الابتدائية أو المتابعة بدون تقليب أو خلط الطبقة المحروثة. وقد استخدم لهذا

الغرض أسلحة على شكل حرف V مائلة لأحد الجوانب ولها عرض للقطع يتراوح بين ٠,٦ إلى ٢,٤ متر [٢ إلى ٨ أقدام]. وفي بعض الأحيان يستخدم سلاح مستقيم يعمل على زاوية قائمة في اتجاه السير في الحراثة الابتدائية. وقد تستخدم أيضاً عزاقات الحشائش. وفي حالة وجود نباتات بكثافة مرتفعة جداً والتي لا بد أن يخلط جزء منها في السنتيمترات القليلة من سطح التربة، فإنه قد يستعمل لذلك المحراث القرصي الرأسي والأمشاط القرصية. وقد تستخدم أيضاً في بعض الأحيان العزاقات الحقلية، المحاريث الحفارة، المعزقة الدورانية، أو الأسلحة المنحرفة أو آليات تتعامل مع بقايا المحاصيل[٢٤]. والحراثة الصيفية للأراضي البور التي عليها بقايا محصول قمح قد تتطلب إجراء أربع عمليات حراثة على فترات شهرية بين كل منها للقضاء على الحشائش النامية.

**٥ - ٦ تعاريف مصطلحات القوة، الطاقة، والقدرة :**

عند دراسة القوى اللازمة للحراثة وعلاقتها بالطاقة لا بد أن يكون الطالب ملماً بالتعاريف والعلاقات الميكانيكية الأساسية. والمعلومات المتصلة بهذا الموضوع بالإضافة إلى علاقات أساسية أخرى تستعمل خصيصاً مع الآلات الزراعية سوف تعرف في هذا الجزء.

القوة : وهي أي فعل يغير من حالة الجسم والذي قد يكون في حالة حركة أو سكون. والقوة لها مقدار واتجاه ووضع لخط عملها. . والوحدة الأساسية المستخدمة هي النيوتن في نظام SI ووحدة الرطل في النظام المعتاد.

الشد : هو عبارة عن القوة الكلية التي تؤثر على الآلة بواسطة وحدة توليد القدرة. ومع آليات الحراثة تكون عادة بزاوية إلى أعلى من الاتجاه الأفقي، وهي قد أو لا تكون في المستوى الرأسي الموازي لاتجاه الحركة.

**الجر : وهي المركبة الأفقية للشد وفي خط موازي لاتجاه الحركة.**

الجر الجانبي : وهي المركبة الأفقية للشد في اتجاه متعامد على اتجاه الحركة.
الجر النوعي أو الشد النوعي : وهو الجر لكل وحدة مساحة من مقطع الأرض المحروثة. . . وعادة ما يعبر عنها بالنيوتن لكل سنتيمتر مربع [رطل قوة / بوصة مربعة].

عزم اللي: هو العزم الذي ينتج عن قوة لها المقدرة على الدوران حول نقطة معينة. وهو يساوي حاصل ضرب القوة في المسافة ، نصف قطر الدوران ، وعادة ما يعبر عنه بالنيوتن. متر [رطل قوة . بوصة] وعزم الازدواج يحدث من تأثير قوتين متساويتين ومتضادتين ومتوازيتين وغير متقاطعتين . ومقدار عزم الازدواج يساوي حاصل ضرب إحدى القوتين في المسافة العمودية بينهما . والازدواج قد يسبب دوران حول أي نقطة في المستوى الذي تقع فيه القوتين. وبالتالي فإن عزم اللي هو حالة خاصة من الازدواج له مركز دوران على خط عمل إحدى القوتين .

الشغل : عبارة عن حاصل ضرب القوة ( في اتجاه الحركة ) في المسافة التي تؤثر فيها القوة ، وعادة ما تستخدم لها وحدات جول (J) في نظام (SI) وقدم . رطل قوة في النظام البريطاني .

القدرة : هي معدل حدوث الشغل. وعادة ما تستخدم وحدات الكيلووات في نظام ( SI ) والحصان الميكانيكي في النظام المعتاد . وواحد كيلو وات يعادل كيلو جول في الثانية . وواحد حصان ميكانيكي يعادل ٥٥٠ قدم رطل قوة / ثانية.

القدرة على عمود الشد ( dbp ) : وهي مع الآليات المقطورة أو المعلقة

تساوي القدرة اللازمة لشد أو تحريك الآلة بسرعة منتظمة.

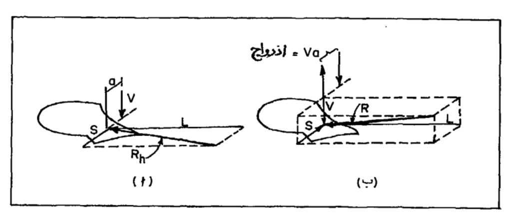
كيلووات ـ ساعة [ حصان ميكانيكي . ساعة ]: وهي كمية الشغل المبذول عند استخدام واحد كيلووات [ أو حصان ] لمدة ساعة.

**٥ ـ ٧ القوى المؤثرة على أسلحة الحراثة أو آليتها :**

يهتم المهندس بالقوى المؤثرة على آليات الحراثة وذلك لحساب القدرة الكلية المطلوبة، وكذلك الشبك الجيد وموضع تطبيق قوة الشد، وأيضاً للوصول للتصميم المتين الذي يتحمل الإجهادات ولتحديد أفضل شكل وضبط للأسلحة. وآلة الحراثة ( أو السلاح ) التي تتحرك بسرعة ثابتة تكون معرضة لثلاث قوى رئيسية تشكل معاً نظام القوى الذي لا بد أن تكون في حالة إتزان وهي كالآتي :

١ ـ قوى الجاذبية التي تؤثر على الآلة.
٢ ـ قوى التربة المؤثرة على الآلة.
٣ ـ القوى المؤثرة بين الآلة والجرار. وإذا لم يتضمن الوضع عزم التواء من وحدة نقل قدرة دوارة تكون محصلة هذه القوى هي قوة شد من وحدة توليد القدرة على الآلة.

وقد قسم كلايد[٤] رد فعل التربة الكلي إلى قوة نافعة وقوة ضارة ( غير نافعة ). وتعرف القوة النافعة أو المفيدة على أنها القوى التي لا بدَّ للأسلحة التغلب عليها في قطع، وتكسير، وتحريك التربة. والقوة الضارة تشمل الاحتكاك ومقاومة الدوران وهي التي تؤثر على اتزان الأسطح مثل مسند وقاع المحراث أو التي تؤثر على العجلات المتحركة. وتحت ظروف تشغيل معينة مع آلة محددة، يمكن للعامل القائم على تشغيل الآلة أن يتحكم بقدر بسيط في قوى المقاومة النافعة. ومع ذلك، يكون لكلاً من العامل ومصمم الآلة بعض التحكم في القوى الغير نافعة أي القوى الضارة.




**شكل ٥ ـ ١ : الطريقتين المستخدمتين للتعبير عن رد الفعل الكلي للتربة على أسلحة الحراثة عندما يتواجد تأثير دوراني . ( أ ) قوتين غير متقاطعتين $V , R_h$ (ب) قوة واحدة R بالإضافة إلى عزم Va في مستوى عمودي على خط الحركة ( A . W . Clyde[5] ) .**

وعندما تكون الآلة غير متماثلة حول المستوى الطولي الرأسي الذي يمر خلال خط بمركزها، فإن القوى النافعة للتربة عادة تعطي تأثيراً دورانياً. وهناك طريقتان للتعبير عن رد الفعل الكلي على أسلحة الحراثة في الحالة العامة ، والتي يكون فيها تأثير دوراني ، فهي موضحة في شكل (٥ ـ ١) وهناك طرق أخرى قد استخدمها باحثون آخرون وهي تشمل : ـ

١ ـ قوة الالتواء وهي عبارة عن قوة بالإضافة إلى عزم ازدواج مؤثر في مستوى متعامد مع القوة .
٢ ـ ثلاثة قوى على محاور متعامدة متبادلة وثلاثة عزوم التواء في مستويات تقاطع محاور القوى .
٣ ـ ثلاثة قوى في ثلاثة مستويات أساسية .

ومحصلة القوى المقاسة ربما تمثل بدقة بواسطة أي من هذه الطرق الخمسة والنتيجة المعبر عنها بطريقة معينة يمكن تحويلها إلى طريقة أخرى، وذلك باستخدام أسلوب التحليل الاستاتيكي . وربما تكون هناك

طريقة مرغوبة أكثر من الطرق الأخرى في حالات معينة، وهي تعتمد على طريقة استعمال المعلومات. فاندن برج[٢١] بين أن خط الفعل الفريد لقوة المحصلة منفردة يمكن أن يوضح فقط بواسطة طريقة الالتواء لأن هذا النظام يمثل أقل التواء ممكن.

**٥ ـ ٨ الرموز المستخدمة في تحليل قوى الحراثة :**

الرموز المبينة في القائمة التالية تعتبر هي الأكثر شيوعاً وتستخدم في كثير من المراجع التي تتناول آلات الحراثة، وهنالك رموز أخرى سوف يتم تعريفها عندما يراد استخدامها في الأجزاء المختلفة الأخرى من هذا الباب .

$R$ = محصلة جميع قوى التربة المفيدة والمؤثرة على السلاح أو الآلة ( شكل ٥ ـ ١ ب ). وعندما لا يمكن التمييز بين القوى المفيدة وغير النافعة كلًّا على حدة فإن $R$ تعني مجموع هذه القوى .

$L$ = المركبة الطولية لـ$R$ في اتجاه السير أو الاتجاه الطولي (شكل٥ ـ ١).

$S$ = المركبة الجانبية لـ $R$ (شكل ٥ ـ ١) .

$V$ = المركبة الرأسية لـ $R$ (شكل ٥ ـ ١).

$R_h$ = محصلة $L$ و $S$ (شكل ٥ ـ ١ أ) .

$R_v$ = محصلة $L$ و $V$ ( أي إن مركبة $R$ في اتجاه المستوى الرأسي والطولي ) .

$a$ = المسافة الأفقية بين $V$ و $R_h$ لسلاح عليه تأثير دوراني (شكل ٥ ـ ١ أ).

$Va$ = عزم الالتواء الذي يعمل على دوران السلاح حول المحور الطولي ( شكل ٥ ـ ١ ب ) .

$Q$ = محصلة كل القوى غير النافعة المؤثرة على الآلة.

$Q_h$ = مركبة Q في المستوى الأفقي : وهي تشمل اتزان القوى الجانبية وكذلك قوى الاحتكاك الطولية المصاحبة .

$Q_v$ = مركبة Q في المستوى الرأسي والطولي، وهي تشمل قوى الدعم الرأسي وكذلك قوة الاحتكاك أو مقاومة الدوران المصاحبة لها .

P = محصلة الشد المؤثر على الآلة والمتولدة من وحدة القدر.

$P_h$ = مركبة P في المستوى الأفقي .

$P_v$ = مركبة P في المستوى الرأسي والطولي .

W = قوة الجاذبية المؤثرة في الآلة من خلال مركز الثقل .

H = مركز المقاومة الأفقي للآلة والتي تعبر عن نقطة التقاء $R_h$ و $Q_h$ أو مركبتين لـ $R_h$ كما في الأمشاط القرصية.

G = نقطة التقاء $Q_v$ ومحصلة W و $R_v$ . وممكن أن تسمى بالمركز الرأسي للمقاومة.

والرمز السفلي x و y و z عندما يستخدم مع P أو Q يعني مركبة هذه القوى في الاتجاه الطولي والعمودي والرأسي بالترتيب .

**٥ ـ ٩ ميكانيكية الحراثة :**

إن رد فعل التربة للقوى المؤثرة عليها من أسلحة الحراثة تتأثر بمقاومة التربة للانضغاط ، مقاومتها للقص والالتصاق ( قوى الجذب بين حبيبات التربة والمعادن الأخرى ) وكذلك مقاومة الاحتكاك[١٥] . هذه العوامل هي التي تمثل الخواص الديناميكية والتي يظهر تأثيرها فقط عند تحريك التربة[١٠] . وقوى التسارع ليست من خواص التربة ، ولكنها موجودة . وكما أوضح نيكولز[١٥] أن قوى رد فعل التربة لجميع أصناف الأراضي يرجع أساساً إلى الغشاء الرطوبي الذي يغلف الحبيبات الغروانية(*) ، وبالتالي فهو ذو علاقة

(*) الحبيبات الغروانية تكون في أشكال حبيبات قرصية أو مسطحة، وهي التي تحدد خواص التربة الطينية. والتربة الرملية لا تحتوي على محتوى غرواني .

مباشرة بمحتوى التربة من الرطوبة والحبيبات الغروانية .

ويمكن تقسيم التربة إلى تربة بلاستيكية أو غير بلاستيكية، وكلمة بلاستيك تعني أن التربة يمكن تشكيلها عند مستوى معين من نسبة الرطوبة، وتحتفظ بشكلها بعد الجفاف . والتربة الرملية أو الأنواع الأخرى منها التي تحتوي على أقل من ١٥ إلى ٢٠٪ من الغروانيات أو طين تعتبر غير بلاستيكية . وإذا شبعت التربة البلاستيكية بالماء وبعد ذلك سمح لها أن تجف فإنها تمر بالمراحل الآتية، على الترتيب : التصاقية ثم بلاستيكية ثم مفككة (محببة) ثم متماسكة (إسمنتية) . والمرحلة التي تكون عندها التربة مفككة تمثل الظروف المثالية للحراثة . وقد تنشأ مشكلة كبس التربة بآليات الحراثة أو وحدات القدرة ، وهي مشكلة تعتبر كبيرة في بعض المناطق وتزيد هذه المشكلة في الأرض الرطبة .

ومن الناحية العملية فإن كل معدات الحراث تتكون من أجزاء مصممة لتوليد ضغط على التربة، غالباً، عن طريق استخدام مستويات مائلة أو مدببة . وعندما يتقدم السلاح في التربة فإن التربة تكون معرضة لإجهاد ضغط والذي في التربة المفككة (غير الإسمنتية) يؤدي إلى فعل القص. وقص التربة يختلف اختلافاً كبيراً عن قص الأجسام الأخرى الصلبة ، وذلك لأن تأثير القص يمكن أن ينتشر إلى مسافة معقولة على جانبي مستوى القطع ، وذلك بسبب وجود الاحتكاك الداخلي بين حبيبات التربة ، وكذلك نتيجة للتماسك بينها بواسطة الغشاء الرطوبي المغلف للحبيبات .

ويعرف التماسك بين حبيبات التربة على أنه القوى التي تعمل على تماسك الحبيبات المتشابه مع بعضها. والاحتكاك الداخلي للتربة ينشأ عن المقاومة المضادة لمحاولة إبعاد الحبيبات عن بعضها البعض. والتماسك والاحتكاك الداخلي في بعض الحالات يرجع إليها خواص طبيعية حقيقية

للتربة. وفي الحقيقة تعتبر هي فقط العوامل المؤثرة على القص كما هو موضح في المعادلة التالية [١٠] .

$$\tau = C + \sigma \tan \phi \qquad (٥ - ١)$$

علماً بأن :

$\tau$ = إجهاد القص عند انهيار التربة .
C = التماسك بين حبيبات التربة وبعضها .
$\sigma$ = الإجهاد العمودي على مستوى القص عند الانهيار .
$\phi$ = زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة .

وبناء على المعادلة (٥ ـ ١) يمكن تفسير التماسك على إنه إجهاد القص عندما يكون التحميل العمودي يساوي صفر. وقيم C، $\phi$ يمكن تعينها بواسطة قياس إجهاد القص لعدة قيم من الإجهاد العمودي $\sigma$. وإجهاد القص له تأثير مهم على مستوى الشد اللازم لأسلحة الحراثة .

وانهيار التربة بالكبس يكون عادة مصاحباً لانخفاض في الحجم . والإنهيار تحت جهد القص أو الكبس يحتمل حدوثهما معاً[١٠] . وانهيار التربة أو كسرها يمكن أن يحدث في شكل انسياب بلاستيكي بدون تفتيتها إلى قطع صغيرة. وكمثال على ذلك الانسياب الذي يحدث عند انهيار التربة في حالة الطين المبلل حول قصبة محراث تحت التربة كلما تقدم السلاح خلالها[١٠].

وقطع التربة يمكن أن يعرف على أنه فعل تقطيعها في شرائح والذي لا ينتج في أي انهيار آخر مثل القص. والظروف التي تحتها يمكن أن يحدث قطع تام يمكن تحديدها بخواص التربة ونسبة الرطوبة بها ، وإلى حد ما تعتمد على درجة كبس التربة[١٠]. وفي عمليات حراثة عديدة، يكون قطع التربة غير محدد بوضوح كفعل منفصل .

**٥ ـ ١٠ الاحتكاك والالتصاق مع معدن السلاح :**

كل عمليات الحراثة يتدخل فيها فعل انزلاق التربة على أسطح أسلحة الحراثة. واحتكاك التربة مع الأسلحة التي لها مساحة سطح كبيرة تمثل مركبة كبيرة من قوى الشد المطلوبة. والاحتكاك أيضاً يظهر عندما تتحرك كتلتان من التربة بالنسبة لبعضهما. وهذه الخاصية مختلفة تماماً عن الاحتكاك الداخلي بين حبيبات التربة والتي شملت في المعادلة ٥ ـ ١[١٠]. ما عدا في حالات وجود حمل عمودي كبير أو سرعة مرتفعة فإن احتكاك التربة مع التربة كأجسام متماسكة يمكن أن يعبر عنها بالقانون الآتي للاحتكاك البسيط وفيه :

$$\mu = \frac{F}{N} = \tan \Psi \qquad (٥ - ٢)$$

حيث

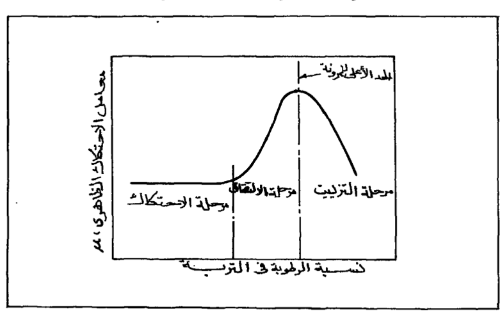
$\mu$ = معامل الاحتكاك (تربة على تربة).
F = قوى الاحتكاك الملامسة للسطح .
N = القوى العمودية (عمودية على السطح).
$\Psi$ = زاوية الاحتكاك .

وفي هذه العلاقة المثالية تكون $\mu$ غير معتمدة على الحمل العمودي ومساحة التلامس وسرعة الانزلاق .

واحتكاك التربة على أسلحة الحراثة عبارة عن انزلاق تربة على سطح صلب، وفي بعض الحالات يكون عبارة عن انزلاق تربة على بلاستيك ( أي كما في حالة أن يكون بدن محراث مغطى بالبلاستيك). وعندما تنزلق التربة على المعدن تكون لقوى التصاق التربة مع المعدن تأثير واضح على قوى الاحتكاك. وقوى الالتصاق هذه ترجع أساساً إلى غشاء الرطوبة وقيمتها تتغير بتغير المحتوى الرطوبي للتربة. وهي أيضاً تؤدي إلى زيادة القوى العمودية

على السطح وبالتالي تزيد من قوى الاحتكـاك ، المماسيـة ، وحيث إن فصل هاتين المحصلتين من القوى عن بعضهما غير ممكن من النـاحية العلمية . فإن الأسلوب المتبع في التجارب المعملية هو توضيح التأثير المشترك للمحصلتين المذكورتين كما هو معروف بمعامل الاحتكاك الظاهري ويرمز له بـ $\mu'$ (لتمييزه عن $\mu$ في المعادلة ٥ ـ ٢) .

والعلاقة العامة بين الاحتكـاك الواقـع بين التربـة ومعدن السـلاح ونسبة الرطوبة في التربة كما وصفها نيكولز[١٦] موضحـة في الشكل (٥ ـ ٢) . وفي مرحلة الاحتكاك ، فإن قوى الالتصاق تكون صغيرة ، ويكون معامل الاحتكاك بالضرورة مستقلاً عن المحتوى الرطوبي في التربة . وعندما تكون التربة في حالة تحبب عـادة ما تكـون نسبة الـرطوبـة فيها في مـرحلة الاحتكاك . وفي مـرحلة الالتصاق ، يكون غشاء الرطوبة متكون بين حبيبات التـربة والمعـدن ، يخلق قوى التصاق تعمل على زيادة معامل الاحتكاك الظاهري بسرعـة مع زيـادة نسبة الرطوبة . وعندما تحتوي التربة على رطوبة كافية لتعمل كمادة تزليق يبدأ معامل



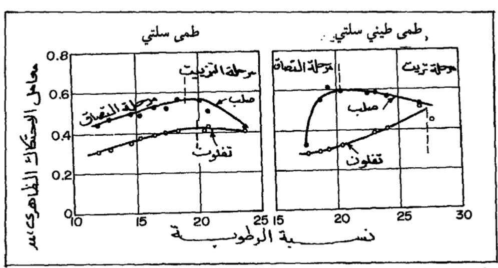

**شكل ٥ ـ ٢ منحنى الخواص ويوضح تأثير نسبة الرطوبة على معامل الاحتكاك الظاهري بين التربة والصلب .**

الاحتكاك الظاهري في النقصان كلما زادت كمية الرطوبة الموجودة .

ونسبة الرطوبة التي تؤدي إلى الانتقال إلى المراحل المختلفة تزيد بزيادة نسبة الطين في التربة وبالتالي فهي أعلى في الأراضي الطينية عنها في الأراضي الرملية . ومعامل الاحتكاك الظاهري يكون أعلى في حالة الأراضي الطينية عنها في الأراضي الرملية . والمدى الحقيقي لهذا المعامل لتربة تتحرك على صلب ناعم مصنفر بطريقة طبيعية ، كما ورد في عدة أبحاث ، هو ٠,٢ إلى ٠,٥ للأراضي الرملية و٠,٣ إلى ٠,٦٥ للأراضي الطميية و ٠,٣٥ إلى ٠,٨ للأراضي الطينية . وأقل قيمة من كل مدى تمثل القيم عند مرحلة الاحتكاك .

ونوع ونعومة السطح المعدني الذي يحدث عليه الانزلاق ، يؤثران على معامل الاحتكاك الظاهري . ومادة التفلون ، والتي لها مقاومة في التبلل ، لا تعطي قوة التصاق كبيرة مع التربة وبالتالي لها قيم منخفضة جداً لمعامل الاحتكاك (شكل ٥ ـ ٣) .

وقد وجد باحثون عديدون أن معامل الاحتكاك الظاهري بين المعدن




شكل ٥ ـ ٣ مقارنة بين معامل الاحتكاك الظاهري للصلب والتفلون في علاقة مع نسبة الرطوبة ((W. R. Fox and C. W. Bockhap[6])

والتربة يقل عندما يزيد الحمل العمـودي ، خاصـة في الطين الـرطب والطين الطمي [١٠،١٧] .

### ٥ ـ ١١ تحديد خصائص قوة التربة بواسطة مقاومة الاختراق :

قوة التربة تحدد بواسطة قابليتها أو سعتها ، عند ظروف معينة ، لمقاومة أو تحمل قوة أثرت عليها . وقوة الاختراق تتوقف على عدة عوامل تعتمد بدورها على عدة حواص مستقلة تعكس مدى قوة التـربة . ولقيـاس مقاومـة الاختراق يستخدم جهاز بسيط ويعرف باسم مقياس الاختراق ، وهو عبارة عن قضيب له سمك معين يدفع إلى داخل التربة ، والقوة اللازمة للدفع يتم تسجيلها ويلاحظ تغيرها بالنسبة لعمق الاختراق . وقراءة قوة الاختراق لكل وحدة مساحة القاعدة تعطي مؤشراً عن مدى مقاومة التربة النسبي وذلك لأنواع مختلفة من الأراضي وكذلك مدى تجانس التربة مع العمل عند ظروف معينة .

وتـوصيات جمعيـة ASAE رقم R313 التي تم وضعهـا عـام ١٩٦٨ م تعـطي مواصفات وأبعاداً لنوعين من مقاييس الاختراق المخروطية القياسية وتشمل أيضاً طـريقة العمـل لأخذ القـراءات . وأقلمة وشيـوع واستخدام وتـطبيقـات هـذه التوصيات من الأمور التي لها تـأثير بـالغ الأهميـة على مدى قبـول المعلومات المتحصل عليها من جهاز الاختراق .

### ٥ ـ ١٢ تآكل الأسلحة بفعل التربة :

يعتبر فعل التآكل بالاحتكاك من الخواص الديناميكية للأراضي وله تأثير تراكمي أكثر منه تأثير لحظي . فعندما تنزلق أحجام كبيرة من التربة على سطح سلاح المحراث فإن فعل التآكل بالاحتكاك ربما يؤدي إلى تغير أبعاد أو شكل أو مدى خشونة آلة القطع وهذا التغير يكفي لجعل السـلاح غير فعـال وعلى وجه الخصوص إذا كان ضغط التربة على السلاح مرتفعاً . وخواص التربة أو العوامل التي تؤثر على التآكل تشمل صلابة وشكل وأبعاد حبيبات التربة وكذلـك مدى

تماسك حبيبات التربة مع بعضها أيضاً نسبة الرطوبة في التربة . ومدى مقاومة المعدن للتآكل تتأثر أساساً بتركيب المعدن وصلابته ومدى تحمله وصلادته . وتأثير بعد هذه العوامل سوف يناقش في الجزء ٧ ـ ٩ وعلاقتها مع بدن المحراث القرص وتآكله ومدى تحمله .

وتغطي الأسلحة عادة بطبقة خاصة كسبيكة مقاومة للتآكل توضع عادة على حواف القطع لآليات الحراثة للتقليل من معدل التآكل في الأسلحة التي تعمل في الأراضي الرملية أو الرملية الطينية . وتعرف هذه العملية باسم تقسية السطح أو تصليد السطح . والمعادن المصلدة السطح متاحة في الأسواق بتركيبات مختلفة لمقاومة التآكل والظروف الأخرى . وهذه المواد تباع تحت أسماء تجارية مختلفة تكون صلبة جداً وبعضها يكون قصفا جداً. وعادة ما تكون من المعادن غير الحديدية مثل خليط الكروم ـ كوبلت ـ تنجستين أو سبائك تتكون من حديد عالي الكربون ويحتوي على هذه المواد : كالكروم ، التنجيستين والمنجنيز والسيلكون وأيضاً المليبديم . ويتم وضع هذه المواد بواسطة قوس كهربائي أو شعلة الأستلين على مقدمة المحراث وكذلك أجزاء المحراث المعرض للتربة تحت السطح وكذلك العزاقات الحفارة وأسلحة حراثة أخرى .

### ٥ ـ ١٣ العوامل المؤثرة على تصميم أسلحة الحراثة * :

الغرض الأساسي من أسلحة الحراثة (هو تحريك وإعادة تركيب الشكل الحبيبي) للتربة ، كما هو مطلوب للحصول على الظروف اللازمة للنمو . ويعتمد التصميم على ثلاثة عوامل أساسية هي ظروف التربة ، شكل السلاح ،

* هذه المعلومات مأخوذة أساساً من المعلومات الموجودة في المرجع ١٠ ولكن المرجع ٢٠ يحتوي على مناقشة ممتازة للعوامل التي تؤخذ في الاعتبار عند التصميم لعمليات أساسية مختلفة التي تؤدى بواسطة أسلحة الحراثة .

طريقة تحرك السلاح . . . وهي التي تحدد وتتحكم في طرق تحريك التربة . ونتائج هذه العوامل الثلاثة المستقلة الداخلة يمكن استبيانها عن طريق معرفة حصيلة عاملين آخرين هما الظروف النهائية للتربة والقوة التي تطلبتها عملية الحراث . وهذه العوامل الخمسة معاً لها اعتبارات مهمة جداً عند مصممي آليات الحراثة .

ومن بين العوامل الثلاثة المؤثرة على أداء المحراث فإن شكل السلاح هو العامل الوحيد الذي يكون للمصمم تمام التحكم فيه . والمستخدم لآلة الحراثة يمكن أن يغير من عمق وسرعة التشغيل ويمكنه أن يستخدم الآلة في مجال واسع من ظروف التربة الابتدائية . وعلى أي حال لا يمكن اعتبار شكل السلاح مستقلاً في تأثيره عن طبيعة التحرك أو ظروف التربة الابتدائية ، وكذلك زاوية ميل السلاح وشكله بالنسبة إلى اتجاه السير . وكمثال على ذلك فقد أنتجت عدة أشكال من المحاريث القلابة لتناسب ظروف ونوعيات مختلفة من التربة .

والشكل موضع الاعتبار عند تصميم السلاح هو السطح الذي تتحرك عليه التربة في أثناء عملية الحراثة . جيلوفندنبرج[١٠] قاما بتقسيم الأسلحة حسب ثلاثة خصائص شكلية هي الشكل الكبير وشكل الحافة والشكل الصغير. وعبارة الشكل الكبير تعني شكل السطح الكلي للسلاح ، بينما عبارة شكل الحافة يقصد بها أشكال محيط وقطاع حدود السطح الذي يتعامل مع التربة. وأسلحة المحراث القرصي المجعدة أو الملساء لها أشكال حواف متعددة ولكن الشكل الكبير لها قد يكون متشابهاً . والشكل الصغير يقصد به أساساً مدى خشونة السطح .

ومعظم أشكال آليات الحراثة تم تطويرها بواسطة طريقة المحاولة والتعديل أو بطرق التحليل الوصفي. وعلاقة الأشكال بطرق تداول التربة أعطى الاهتمام الأكبر في محاولة تطوير المحراث المطرحي بالذات . . . بينما العلاقة بين

الشكل وقوة مقاومة التربة كانت هي موضع الاعتبار في محراث تحت التربة والمحراث الحفار. والوصف الرياضي للأشكال يكون هو أكثر الأمور أهمية في طرق التمثيل ، ولكن أسلحة مثل حالة المحراث المطرحي القلاب لها أشكال معقدة، ولا يمكن تمثيلها بسهولة بواسطة الطرق الرياضية. وطرق التمثيل البياني عادة ما تستخدم في حالة أبدان المحاريث، مع إجراء التحليل الحسابي لها بالحاسب الآلي ويزداد الإقبال على استخدام هذه الطريقة بمرور الزمن .

وشكل الحافة القاطعة يمكن أن يؤثر في القوة اللازمة وأيضاً في القوة الرأسية والجانبية الناتجة من قطع التربة . ومثال على ذلك حدية سلاح المحراث القرصي من ناحية الجانب المقعر تجعل المحراث يخترق التربة أكثر عما إذا كانت الحدية من الجانب المحدب . وعندما تتآكل أسلحة المحراث يقلل ذلك من القوة الرأسية التي تسحب المحراث إلى أسفل V ، والتي ينتج عنها كبس للتربة، وفي بعض الأحيان يزيد ذلك من قوة الشد زيادة ملحوظة .

وخشونة السطح الذي تنزلق عليه التربة (الشكل الصغير) يؤثر على قوة الاحتكاك . وخشونة السطح ترجع أساساً إلى مدى الدقة في نعومة السطح منذ البداية وكذلك مدى التآكل فيه بفعل التربة ، ويمكن أن تحدث الخشونة في أماكن معينة من تأثير الصدأ ، أو الخدش ، أو التجويفات الصغيرة . ومقاومة الاحتكاك يمكن أن تصل إلى ٣٠٪ من قوة الشد الكلية في محراث مطرحي قلاب [٢٣]. والشكل الصغير له تأثير كبير على عوامل أخرى مؤثرة في تحرك التربة مثل التصاق التربة بالسلاح من عدمه، وهي من العوامل المؤثرة ، والتي سنناقشها في الباب السادس نظراً لأهميتها الخاصة بالنسبة للمحاريث القلابة المطرحية .

وطريقة تحرك التربة تعتمد على توجيه السلاح ، ومسار مروره داخل التربة ، وسرعة السير خلال عمل المحراث . وبالنسبة للأسلحة التي تسير في خط مستقيم (أي الأسلحة غير الدوراة أو الهزازة) يتم تحديد

المسار بتحديد العمق وعرض القطع . وطريقة التوجيه للسلاح بشكل خاص يمكن أن يكون لها تأثير كبير على تحرك التربة والقوى اللازمة لذلك . وعادة ما يؤثر نظام الروافع المستخدم مع المحراث على العمق وتوجيه السلاح. وعندما تكون القدرة المتاحة كبيرة فإن السرعة هي أسهل العوامل التصميمية استجابة للتعديل. وزيادة السرعة عادة ما تؤدي إلى زيادة في قوة الشد كما إنها تؤثر على تحرك التربة وتفتيتها .

**٥ ـ ١٤ قياس وتقييم الأداء :**

كما وضح في الجزء السابق فإن القوة اللازمة للقطع والتغير في ظروف التربة هما العاملان الأساسيان اللذان يتحكمان في خواص الأداء لأسلحة الحراثة . ولا بد لأسلحة المحراث أن تحدث تحركاً أمثلاً في التربة بأقل طاقة ممكنة . والظروف النهائية للتربة لا بد أن تكون مقبولة إذا ما قورنت بالظروف المثلى . ونظام القوى المؤثر على أسلحة الحرث يمكن أن يمثل رياضياً كما يمكن قياسها . ولكن التقييم الكمي للأداء يكون صعباً لأنه لم يتم بعد تطوير طريقة مرضية بحيث تعطي وصفاً مناسباً لظروف التربة أو تحديد الظروف المطلوبة لاستخدام معين . وهناك ثلاثة عوامل أساسية للظروف النهائية للتربة التي تعتبر ذات أهمية كبيرة ، اعتماداً على الهدف أو الغرض من إجراء عملية الحرث المعينة ، وهي : ( أ ) درجة تفتيت التربة . (ب) تجمع كتل التربة وحجمها بالنسبة للعمق . (جـ) تجانس الخلط خلال عمق الحرث.ويتم قياس تفتيت التربة بواسطة عمليات الغربلة لعينات من التربة المحروثة كلها . جيل وفندنبرج[١٠] قد وصفا غربال دوار صمم خصيصاً لهذا الغرض . ويمكن التعبير عن النتائج بواسطة التوزيع الفعلي للحبيبات بأبعادها وكذلك قطر الكتلة المتوسط * أو معامل التفتيت .

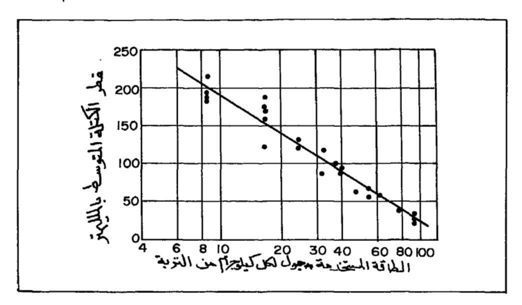
* قطر الكتلة المتوسط هو الذي يمثل ٥٠٪ من قيمة المنحنى التجميعي الذي يمثل النسبة المئوية للكتل المعينة مع أقطار جزئيات التربة .

وقد يكون مرغوباً تجمع كتل التربة الكبيرة على سطح التربة أو قربها ، ولكن في أوضاع أخرى قد لا يكون مرغوباً فيه . وتعمل كثير من آلات الحراثة على إيجاد هذا الوضع وبدرجات متغيرة . وعملية غربلة طبقات قطاع التربة تُعطي وسائل لقياس أداء التجمع الناتج عن آلات الحراثة .

وعادة ما يكون أحد أهداف الحراثة هو خلط التربة للحصول على توزيع متجانس للكتل أو للرطوبة . . . وفي أحوال أخرى ، فإن وضع مادة مثل مبيدات الآفات أو الأسمدة لا بد وأن تكون متجانسة في الخلط مع التربة أيضاً . وطريقة تقييم التجانس في الخلط يمكن قياسها بواسطة وضع مادة يسهل تتبعها على سطح التربة وتقدير توزيعها بعد الحراثة. وتستعمل حبيبات أو كريات سهلة التحديد أو مواد مشعة أو مواد مضيئة أو صبغات يمكن تتبع تركيزها في عينات من التربة بواسطة التحليل الضوئي ، ويستخدم الصوديوم أو كلوريد البوتاسيوم في هذا الصدد .

وتقييم خواص الأداء يتطلب وضع الظروف النهائية للتربة في الاعتبار بالمقارنة مع الظروف المطلوبة . والظروف المطلوبة تعتمد اعتماداً كلياً على الغرض الذي تستخدم الأرض المحروثة من أجله . والحد المقبول من الأداء الوظيفي ، بفرض أنه تحت الحد المقبول ، يمكن تعديله باعتبارات اقتصادية وظروف أخرى. ويشمل الأداء أيضاً السعة الحقلية وكفاءة الاستخدام للطاقة التي لا بد أن تدخل في الاعتبار عند مقارنة آلتين أو أكثر . وإعادة توزيع وتفتيت بقايا النباتات المتبقية من المحصول السابق قد تكون من العوامل المهمة التي تدخل في التقييم .

ولتحديد كفاءة استخدام الطاقة لآليات الحراثة عندما يكون الغرض الأساسي هو تفتيت التربة ، فإنه لا بدَّ من تحديد الطاقة المكافئة اللازمة لتفتيت كتل التربة وذلك عن طريق التجارب المعملية . ويتم ذلك بتسليط قدر من الطاقة على كتلة التربة بطريقة متحكم فيها ، وقياس تأثيرها حسب حجم الكتل




**شكل ٥ ـ ٤ العلاقة بين الطاقة المستخدمة وأبعاد كتل التربة الناتجة من اختبار تحطيم بالإسقاط باستخدام تربة طمية طينية سلتية عند ١٢ ـ ١٦ ٪ نسبة رطوبة ( W. R. Gill and W. F. McGreery[9] ) .**

الصغيرة الناتجة عن تفتيتها . جيل ومكريري[٩] قاما باستحداث اختبار التحطيم بالإسقاط، والذي فيه يتم إسقاط عينة من التربة من ارتفاع محدد على سطح صلب وأن طاقة الحركة التي أدت إلى تفتيت التربة ، يمكن ربطها بقطر الكتلة المتوسط الناتج عن ذلك . والتتابع في إسقاط الكتل الكبيرة المتبقية في كل مرة يمكن أن يؤدي إلى إيجاد علاقة بين قطر الكتلة المتوسط وكمية الطاقة الكلية المستخدمة ( شكل ٥ ـ ٤ ) .

وفي طريقة أخرى لتحديد الطاقة المكافئة، تستخدم قوى في تحطيم

التربة عن طريق الكبس البطيء[٣]، وذلك بصدم التربة بواسطة بندول متحرك ، أو بواسطة سلاح دوار مشابه لسلاح المحراث الدوراني . ولكن أياً من هذه الطرق لا تصلح في قياس الطاقة المطلقة اللازمة للتفتيت ، وذلك لأن ميكانيكية التفتيت فيها ربما تختلف عما هو موجود في عملية الحراثة الفعلية . والنتائج المتحصل عليها من هذه الطرق المختلفة ليس من الضروري أن تكون متشابهة [٣] . ولا بد من إجراء مثل هذه الاختبارات عند كل ظروف جديدة للتربة . ومع ذلك فهي توفر طريقة فعالة لمقارنة النتائج المتحصل عليها من عمليات حراثة مختلفة .

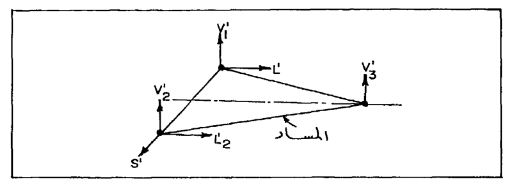
ولتقييم عمليات الحراثة على أساس الطاقة المستخدمة فيها ، فإن الطاقة الفعلية المستخدمة لكل وحدة حجم يمكن أن تحسب بواسطة قياس قوة الشد ، وعرض القطع ، وعمق القطع . والطاقة المكافئة والتي تم تحديدها بإحدى الطرق التي تمَّ شرحها من قبل تقسم على الطاقة المستخدمة فعلاً في الحراث لنحصل على نسبة لا وحدية، والتي يمكن أن تسمى معامل استخدام الطاقة . وهذا المعامل لا يمثل كفاءة الحراثة بالمعنى الدقيق ذلك لأن الطاقة المكافئة المستخدمة لا تمثل الحد الأدنى المطلق للطاقة اللازمة .

**٥ ـ ١٥ قياس القوى المؤثرة على أسلحة الحراثة :**

يمكن قياس القوى المؤثرة على أسلحة الحراث عن طريق توصيل الأسلحة بإطار خاص مدعوم بإطار رئيسي آخر ، وعند نقاط الاتصال بين الإطارين توضع وحدات قياس للقوى عند ٦ نقاط يتم وضعها بدقة بين الإطارين (شكل ٥ ـ ٥) يمكن بواسطتها تحديد رد الفعل الكلي للتربة . والإطار الرئيسي عادة ما يكون مشدوداً بوحدة قدرة منفصلة تحرك الأسلحة خلال التربة عند سرعات وأعماق واتجاهات جانبية متحكم فيها ، أثناء قياس

القوى المحصلة . وللحصول على نتائج دقيقة قد يحتاج الأمر إلى استخدام نظام قضبان لتوجيه الإطار الرئيسي للمحافظة على عرض وعمق ثابت للقطع في مكان الاختبار .

وبهذه الطريقة يمكن اختبار الآلات التي لها جمع بين ردود فعل إنتقالية أو دورانية للتربة . والقوى غير النافعة يمكن الحصول عليها بالقياسات لردود




**شكل ٥ ـ ٥ تركيبة توضح طرق ربط الإطار لأسلحة بواسطة ستة أجزاء حساسة لقياس القوى . وتوضح الشرطة على الحروف القوى المؤثرة على الإطار بواسطة الحامل الأساسي كما توضح المركبات V, L, S للمحصلة R(الجزء ٥ ـ ٨) .**

فعل التربة أو يمكن عزلها أو تخفيضها إلى أقل حد ممكن وذلك بضبط الأسلحة أو باستبعاد أسطح الاتزان أو دعم الآلة. وتأثير الجاذبية على الأسلحة ممكن عزله أيضاً من القوى موضع الاعتبار وذلك بأخذ قراءة للحمل الابتدائي بالسلاح وهو معلق في الهواء ، وبعد ذلك يمكن التعامل مع التغير في الحمل الناتج من رد فعل التربة فقط . والنتائج المتحصل عليها من الوحدات الست لقياس القوى يمكن دمجها في أي من الصور الخمسة المعروضة في الجزء ٥ ـ ٧ .

وقياس القوى على أسلحة الحراثة ذات الحجم الطبيعي يمكن أن يتم باستخدام وحدات متحركة للاختبارات الحقلية أو بواسطة تجهيزات معملية تستخدم فيها كمية من التربة موضوعة في صندوق كبير . وأنظمة صندوق التربة

تسمح بعمل الاختبارات تحت ظروف تربة متجانسة ، وكذلك ظروف تشغيل متحكم فيها بعناية . وهذه الطريقة مناسبة للأبحاث الأساسية ويمكن فيها إعادة الاختبارات تحت نفس الظروف أو ظروف مماثلة والتي تستلزم مقارنة تصميمات مختلفة للأسلحة تحت ظروف مختلفة للتربة . والنتائج المتحصل عليها ، كمياً ، لا تمثل بالضرورة الحالات الموجودة في الحقل . وبالتالي فإن وحدات الاختبارات الحقلية تعطي نتائج أكثر واقعية لظروف التشغيل الفعلية ، ولكنها تتأثر بالتغيرات والعوامل الأخرى الموجودة بالتربة ، حتى في نفس الحقل . ونتائج الاختبارات الحقلية تعطي أساساً أفضل للتصميم من نتائج صندوق التربة .

كان كلايد (Clyde) من الأوائل الذين وضعوا أسس تحليل للقوى المؤثرة على أسلحة الحراثة وقياسها بجامعة ولاية بنسلفانيا . وقد صمم آلة متحركة للاختبارات الحقلية في عام ١٩٣٥ واستخدامها لعدة سنوات(٤). وكان التحكم الجانبي لتلك الوحدة، التي سماها مقياس الحراثة، يتم باستخدام عجلات معدنية تجري في مجرى معدني قوي . أما عمق الحراثة فكان يتم التحكم فيه عن طريق عجلتين من المطاط يمران على أرض ثابتة. وكان كل الاهتمام موجه ناحية تحديد مقاومات التربة تحت الظروف الفعلية في الحقل للأراضي سهلة الحراثة والأراضي العادية ، والأراضي صعبة الحراثة ، وذلك لتعطي مجالاً واسعاً من الظروف المختلفة كأساس للتصميم والتشغيل .

وقد قام جيل وفندنبرج (١٠) بوصف مقياسين للشد في الحقل كان قد تم استخدامها من قبل بعض الهيئات البحثية في أوروبا . ولا تحتوي أية واحدة منهما على قضبان توجيه. وحدة المعهد الوطني للهندسة الزراعية (NIAE) تثبت على جرار ولها قضبان صغيرة للتحكم في العمق. والوحدة الأخرى ، في ألمانيا ، تعمل على ثلاثة عجلات ، وهي من النوع المقطور. وعند التحكم في عرض القطع ، كما في حالة

المحاريث والأقراص ، تثبت عادة وحدتان متشابهان من أسلحة الحراثة على المركبة بنفس الوضع الذي يمكن أن يتم لهما في آلة كاملة، وتوضع أجهزة القياس على الوحدة الخلفية . والعديد من مصنعي الآلات الزراعية وغيرهم من مختلف الهيئات في الولايات المتحدة لديهم أيضاً وحدات متحركة للاختبارات .

والمعهد القومي الأمريكي لآليات الحراثة والتابع لوزارة الزراعة في أوبيرن ـ الباما، هو من المعاهد المعروفة جيداً في أبحاث ديناميكا التربة، ويملك صندوق للتربة يعمل منذ عام ١٩٣٦ م . وهذا المختبر يحتوي على ٩ صناديق للتربة خارج المباني ، في الحقل ، واثنين في داخل المباني وتستخدم فيها جرارات بعجلات أو جرارات مجنزرة وآلات حراثة بأبعادها الحقيقية لإجراء الاختبارات[١٠]. وكل صندوق له أبعاد بعرض ٦,١ أمتار [ ٢٠ قدماً ] وبعمق ٠,٦ متراً أو ١,٥ متراً [٢ أو ٥ أقدام] وبطول ٥٨ متراً أو ٧٦ متراً [ ١٩٠ قدماً أو ٢٥٠ قدماً ]. وتختلف التربة المستخدمة في تحليلها الميكانيكي من رمل إلى طين بصفة سائدة . وقد تم اختيارها لتوفير مجال واسع من مواصفات الأراضي . وتقوم القضبان على طول الفواصل بين صناديق التربة بدعم عجلات الوحدات تحت الاختبار. وتتوفر أجهزة تستخدم في كبس وتفتيت وتقليب وتسوية أو رش الماء على التربة وحمايتها من الظروف الجوية . وتستخدم عربات للشد ذاتية القدرة لتحريك الآلة موضع الاختبار ويمكن تشغيلها على سرعات تتراوح من ٠,٣ إلى ١٦ كيلومتر / ساعة [ ٠,٢ إلى ١٠ ميل / ساعة ] .

وعدد من مصنعي الآلات الزراعية ومحطات البحوث في مختلف الولايات وكذلك المعهد القومي لآلات الحراث يمتلك صناديق تربة داخل المباني من النوع الصغير الحجم لغرض الأبحاث التي تستخدم فيها نماذج مصغرة أو أشكال بسيطة لأسلحة الحرث . وعدد هذه التجهيزات يزداد يوماً بعد

يوم . وفي بعض الحالات فإن آليات الحراثة تتحرك على طول صندوق التربة الذي عادة ما يكون ثابتاً وطوله ٦,١ إلى ٨,٣ متراً [ ٢٠ إلى ٦٠ قدماً ]. وفي تجهيزات أخرى تتحرك التربة مارة بالآلة الثابتة في مجرى حلقي دوار ، في صندوق قصير يتحرك خطياً على سير متحرك .

ومعظم وحدات الاختبار المستخدمة حالياً ، إن لم يكن جميعها ، تستخدم مقياس الانفعال لقياس القوى . . . والسرعة الأمامية عادة ما تقاس بواسطة مقياس للسرعة يولد إشارة كهربائية ، والتي يمكن توصيلها وتسجيلها على الجهاز الذي يستخدم لتسجيل القوى. وعادة ما يستخدم مسجل لرسم التذبذبات ذي ثمانية قنوات ومسجل شريطي ممغنط ذي ثماني قنوات ومسجل بياني بمحورين أفقي ورأسي . . وفي إحدى الحالات تصل الإشارة من جميع أجهزة القياس وتدخل مباشرة إلى حاسب قياسي يقوم بإجراء جميع العمليات اللازمة أداؤها في أثناء الاختبار [٢٢] .

وعندما يكون جزء من السلاح أو مكون معين منه موضع الاختبار فإنه من المفضل عزل هذا الجزء وقياس القوى المؤثرة عليه فقط ، وعلى سبيل المثال فإن مقدمة المحراث المطرحي يمكن تثبيتها من الخلف بواسطة قضيبين يقومان بعزلها عن بقية بدن المحراث ولكن في نفس الوقت يسمحان بوجودها في وضعها الصحيح أثناء العمل . ويمكن وضع وحدات قياس عند نقاط تثبيت القضيبين لقياس واحدة أو أكثر من مركبات القوى أو قياس كل نظام القوى المؤثرة على طرف السلاح . ولتعيين مكونات نظام القوى كلها يتطلب ستة قياسات للقوى وفي هذا المثال نحتاج لقياس قوة محورية وعزم إنحناء في اتجاهين مستعرضين على كل قضيب . وفي بعض الأحيان يمكن تثبيت وحدات قياس القوى مباشرة في الأعضاء الإنشائية التي تدعم الآلة أو مكوناتها .

وعند تحديد القوى بواسطة قياس العزوم، فيجب قياس تلك العزوم في قطاعين من القضيب وذلك لتحديد القوة العمودية بدقة[١٣]. والقطاعان لا بد أن يكونا متباعدين عن بعضهما بقدر الإمكان (لإعطاء أقصى تأثير ممكن)، وكذلك قطاعاتهما لا بد أن تكونا متماثلة. ودائرة القنطرة الكهربائية توصل بحيث تكون الفروق بين العزمين هي فقط التي تقاس . وأي عزوم تنتج عن مركبات قوة غير مركزية موازية لمحور القضيب تلغي عندئذٍ من قراءة مقياس القوى ، حيث إن هذا العزم لا بد أن يكون له قيمة متجانسة على طول القضيب كله . والقوى المحورية لا تعطي أي رد فعل ، وذلك لأنها تؤثر على جميع مقاييس الانفعال بنفس القدر .

## ٥ ـ ١٦ قياس الجر في الآليات المقطورة :

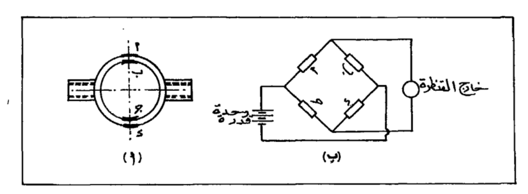
كما تم التعريف في الجزء ٥ ـ ٦ ، فإن قوة الجر هي مركبة الشد في اتجاه السير . وأبسط جهاز لقياس الشد هو الدينامومتر الزنبركي ( زنبرك قوي بالضرورة) والذي يوصل بين عمود ى الشدفي الجراروالشبك في الآلة حيث يقرأ مباشرة . ونتيجة للتغير السريع في الحمل ، فإن هذا النوع مفيد في القياسات التقريبية . والنوع الهيدروليكي ، يحول الضغط إلى مقياس بوردون المعاير بوحدات قوة ، يكون أسهل في القراءة من النوع الزنبركي لأن تغير القوى ممكن إخمادة بطريقة معقولة باستخدام سائل لزج أو بعمل مقاومة للسريان في الخط الموصل لعداد الضغط . وبعض أنواع الدينامومتر الهيدروليكي يسجل قوى الشد على شريط من الورق يدار بالحركة التي تصل إليه من عجل الأرض للآلة .

ونوع الدينامومتر الذي يستخدم فيه وحدات قياس الانفعال يستخدم عادة لقياس قوى الشد على عمود الجر . وهناك عدة تركيبات له ، ولكن عادة ما يقاس الانفعال في الأجزاء المعرضة للانحناء . ووجود وحدات قياس انفعال متقابلة ومعرضة لشد وضغط توفر أقصى رد فعل وتعطي تعويضاً للتغير في

درجات الحرارة . وتستخدم وحدات قياس الانفعال بتثبيتها على جهاز لقياس القوة يكون في شكل حلقة ( كما هو موضح في شكل ٥ ـ ٦ ) حيث أن له حساسية جيدة لقوى الشد والضغط المحوري وإستجابته لا تتأثر بالعزم الكلي للأحمال .

للحصول على صورة متكاملة لجر الآلة والقدرة اللازمة لها ، فإنه من الضروري قياس السرعة وعمق القطع بالإضافة إلى تحديد الجر المطلوب. ونظراً للتغيرات الكبيرة في ظروف التربة وقوى الشد المطلوبة ، حتى في حدود جزء صغير من الحقل ، فإنه من المطلوب على الأقل تسجيل قوى الشد وعلاقتها بمسافة التحرك في شكل منحنى بياني . وبتكامل المساحة تحت هذا المنحنى يعطى الشغل الكلي المبذول ومتوسط الشد . ويمكن أن تحدد السرعة بواسطة توقيت أو تسجيل أوتوماتيكي لمسافة التحرك أو بواسطة مقياس سرعة يعطي تياراً كهربائياً يتم توليده بواسطة عجل أرضي موصل مع الآلة .

وإذا تمَّ توصيل الدينامومتر العادي مباشرة على خط الشد للآلة، فإن القوى المقاسة تمثل القوى الكلية للشد بدلاً عن مكونة قوة الشد الأفقية (الجر). وفي




**شكل رقم (٥ ـ ٦): (أ) ـ مقياس قوى من النوع ذي الحلقات لقياس القوى المحورية ويوضح ترتيب مقاييس الانفعال. (ب) ـ دائرة القنطرة لمقاييس الانفعال. (A.L. Neuhoff)[14]**

هذه الحالة فإن ميل خط الشد عن الأفقي والزاوية الأفقية عن اتجاه السير لا بد أن تقاس، وذلك لإمكانية حساب قوة الجر المطلوبة من الشد الكلي. وقد وصف زورب[٢٦] وصلة مباشرة للديناموميتر الذي يستخدم فيه مقياس الانفعال، وتوضع فيه هذه المقاييس على عمود رأسي مدعوم بكرسيي ارتكاز ذي كريات (يعملان ككمرة بسيطة)، وبطريقة تمكن مقاييس الانفعال من استشعار قوة الشد الأفقي في اتجاه السير فقط. وبقياس الفولت عند طرفي قنطرة مقياس الانفعال مع قياس قوة الدفع الكهربي الصادرة من مقياس السرعة تمكن من الحصول على القدرة بقراءات مباشرة.

وقوة الجر للمحاريث عادة ما يُعبر عنها بالنيوتن لكل سنتيمتر مربع من مقطع شريحة الحرث [ رطل / بوصة مربعة من مقطع الحرث ]. وهذا ما عرف في الجزء ٥ ـ ٦ بالجر النوعي. وفي بعض أنواع الآليات، كما في آليات الزراعة قد يستخدم الكيلونيوتن [ رطل قوة ] لكل صف. ولمعظم آلات الحراثة، يعطى الجر بوحدات الكيلونيوتن لكل متر من عرض القطع [ رطل قوة لكل قدم من العرض ]، وفي بعض الحالات قد يشار أيضاً إلى العمق. والملحق ( أ ) يعرض قيم نمطية لقوى الجر الفعلية لبعض الآليات.

**٥ ـ ١٧ قياس قوى الشبك على الآليات المعلقة والنصف معلقة :**

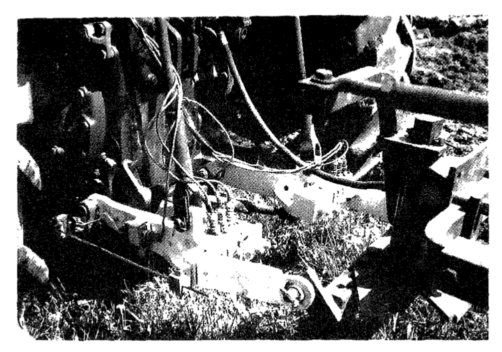
يمكن قياس قوة الجر بواسطة وضع مقاييس انفعال على الجانب الأمامي والخلفي لأذرع الشبك الأفقية وعلى مسامير كابولية التي تدعم النهاية الأمامية للوصلات على نقط الشبك الثلاث. ويمكن استخدام قضيب بسيط بدلاً من كمرة كابولية لتحل محل الذراع العلوي لنقطة التثبيت. وتوضع أربعة مقاييس للانفعال بدقة متناهية على كل نقطة تثبيت لتعطي فقط تأثير العزم في المستوى الأفقي. ويمكن الحصول على قراءة واحدة لقوة الشد الأفقي وذلك بتوصيل المتحصل عليه من دوائر القنطرة الثلاث ( واحدة على كل دعامة ) بالتوازي أو

توصيل جميع مقاييس الانفعال إلى دائرة قنطرة واحدة . وبقياس الفرق بين عزوم الانحناء عند مقطعين لكل كمرة تستخدم للدعم ، كما هو موضح في الجزء ٥ ـ ١٥ ، يمكن عزل تأثير العزوم التي تحدث بسبب الاحتكاك في نقاط الاتصال ذات المفاصل الكروية [١٣]. وقد عمل شولتز[١٩] على تقليل الاحتكاك في المفاصل الكروية إلى أقل حد ممكن وذلك بجعل الذراع الأسفل عبارة عن كابولي بطول ١٦٥ ملليمتراً [ ٦,٥ بوصة ] بين مركزي الكرات . . وقد قام بقياس عزم الانحناء عند قطاع واحد فقط لكل كمرة .

ونظام مسمار الشبك لقياس قوى الشد اللازمة يعتبر مناسباً فقط عندما لا تدعم الآلة من خلال وصلات الشبك أو إذا كانت القوى المؤثرة على أذرع الرفع وزواياها هي التي يتم قياسها . ونظراً لأن أذرع الرفع تكون غير رأسية ( شكل ٥ ـ ٧) ، فإن أية قوة فيها تكون لها مركبة طولية تؤثر على الإستجابة من مقاييس القوى على الأذرع السفلى . والقوى في أذرع الرفع يمكن قياسها بنوع من مقاييس القوى الحلقية (شكل ٥ ـ ٦) التي يمكن دمجها في قراءة واحدة . وزوايا الرفع في المستوى الطولي والرأسي لا بد أن تكون معروفة أيضاً لتحديد التصحيح المطلوب لقراءات قوى الجر .

وإذا كان المطلوب هو تحديد مركبات القوى في الاتجاه الطولي ، الرأسي أو القوى الجانبية التي تؤثر جميعاً على الآلة فلا بد من تزامن قياس ( أ ) القوى المحورية وعزوم الانحناء في اتجاهين على ذراعي الشبك السفليين (مقاسة خلف أذرع الرفع) . (ب) القوة المحورية في الذراع العلوي . (جـ) اتجاهات الثلاث أذرع . ويمكن تثبيت مقاييس الانفعال مباشرة على الذراعين السفليين أو على أذرع مستقيمة معدلة وذلك بشرط أن يتوفر قدر كافٍ من التأثير في الاتجاهات الثلاثة .

وهنالك تركيبة تتميز بالحساسية الشديدة وهي تتكون من وصلات خاصة تنقل القوى المحورية وعزم الانحناء من خلال كمرة كابولي عمودية على محور الوصلة وذلك باستخدام طريقة الطرح المزدوج لعزم الانحناء (الجزء ٥ ـ ١٥) لكل من مركبات القوى في الاتجاهات الثلاثة. وهذه الطريقة موضحة في (شكل ٥ ـ ٧). ويمكن استعمال مقياس القوى الحلقي في الذراع العلوي .



**شكل ٥ ـ ٧ مقاييس قوى يطرح فيها العزم المزدوج في ثلاث اتجاهات ، وتندمج مقاييس القوة مع الأذرع السفلية من جهاز الشبك في الجرار (الذراع العلوي غير مستخدم في هذه الحالة لأن الآلة عبارة عن محراث نصف معلق). والذراع الذي في يسار مقدمة المحراث يعتبر أحد اثنين من مقاييس فرق الجهد المنزلقة والتي تقوم بقياس موضع الأذرع . R. W. Morlling[13])**

## ٥ ـ ١٨ متطلبات الطاقة لتفتيت التربة :

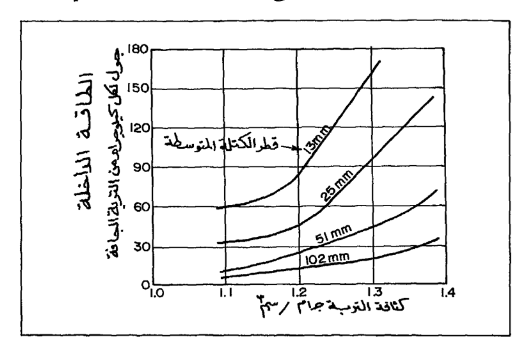
وكما هو موضح في (شكل ٥ ـ ٤) ، فإن الطاقة اللازمة لتفتيت التربة

ترجع إلى درجة التفتيت المطلوبة . ومقدار الطاقة المطلوبة للحصول على درجة معينة من التفتيت تعتمد أساساً على قوة التربة وكفاءة استخدام الطاقة في الآلة. وقوة التربة ترجع إلى طبيعتها والظروف الفيزيقية بها. فالتربة الطينية تتطلب طاقة تفتيت أعلى مما تتطلبه التربة الرملية أو الطميية. والعوامل الجوية والمحصول المزروع وطرق الزراعة والعوامل الأخرى كلها تؤثر في الظروف الطبيعية للتربة . ولنوع محدد من التربة، تزيد الطاقة اللازمة للتفتيت مع زيادة الكثافة كما هو موضح في شكل ( ٥ ـ ٨ ) .

وقوة التربة الرطبة تزيد كلما ازدادت درجة جفاف التربة، وخاصة في التربة الطينية والطينية الطميية ، وبالتالي تزيد الطاقة المطلوبة للتفتيت [٨] . وعندما يكون للسلاح سطح كبير للتعامل مع التربة فإن زيادة الاحتكاك في مرحلة الالتصاق يؤدي إلى زيادة الطاقة المطلوبةللتفتيت ، خاصة إذا كانت التربة رطبة جداً . وعلى ذلك فإن جدولة ميعاد عملية الحراثة عندما تكون رطوبة التربة مناسبة ويعتبر من الأمور الهامة فيما يتعلق بتخفيض الطاقة اللازمة للحراث إلى أدنى حد ممكن . وفي المناطق الجافة، فإن الري قبل الحراثة قد يقلل القدرة المطلوبة أو يزيد درجة التفتت. وعمليات الحراثة الثانوية لا بدَّ أن تجري قبل جفاف تكتلات التربة .

وعمق القطع ، عرض القطع ، وشكل السلاح (يشمل حافة القطع) ، وضع السلاح وسرعة التحرك كلها من العوامل التي تؤثر على قوة الجر وكفاءة إستخدام الطاقة وذلك لظروف محددة للتربة . وتأثير هذه العوامل يختلف باختلاف أنواع الآلات وظروف التربة . ولتقييم التأثير على القوة اللازمة للجر فلا بدَّ من الأخذ بعين الاعتبار تأثير أي عوامل أخرى مؤثرة على درجة التفتيت للتربة . وفي بعض الحالات فإن زيادة درجة تفتيت التربة ربما تكون كافية لمنع حدوث تخفيض ملموس في كفاءة استخدام الطاقة . . . والسؤال الذي يطرح نفسه هو ما إذا كانت زيادة تفتيت التربة ميزة في حالة معينة . .

ومع المحاريث الحفارة ، فإن متوسط الجر النوعي المطلوب في عملية الحراثة الابتدائية يزيد زيادة طفيفة مع زيادة عمق الحرث بالأخص في التـربة




**شكل ٥ ـ ٨ تأثير كثافة التربة وحجم قطع التربة المطلوبة على الطاقة المبـذولة على أرض طمية طينية سلتية عند ٢٨ ٪ نسبة رطوبة :**

**(H. P. Bateman, M. P. Naik, and R. R. Yoerger [3] )**

الثقيلة . والاختبارات الحقلية توضح في بعض الأحيان زيادة كبيرة على عمق أكبر من عمق الحرث الطبيعي ، وذلك نـظراً للإختـلافات في ظـروف التربـة ( مثال لذلك وجود طبقة صماء ). تأثير العمق على الجر النوعي لمحراث قلاب مطرحي يتأثر بشكل وأبعاد البدن ، كمـا سيناقش في البـاب السادس. وعـدم ضبط العجلات الموجهة والتي تحمل عليها الآلة في الوضع الصحيح أو عدم الضبط الصحيح للأسلحة المتجاورة لتتفاعل مع النمط الطبيعي لإنهيار التربة ، يمكن أن يزيد من القوة اللازمة للجر [٢٠] . والشكل وزاوية الوضع للسلاح هي من العوامل الهامة بالنسبة للقوى اللازمة للجر . وسوف يناقش هذا الموضـوع

بتفصيل أكثر في الباب الذي يتم فيه استعراض أنواع محددة من الآليات، كل على حدة .

جيل ومكريري[٩] أجريا اختبارات على قطاعات من أبدان محراث مطرحي ذات عرض ٥١ ، ١٠٢ ، ١٥٢ و٢٠٣ ملليمتر [٢ ، ٤ ، ٦ ، ٨ بوصة] وتقطع بعرض من ٢٥ إلى ٢٠٣ ملليمتر [١ إلى ٨ بوصات] في تربة طميية طينية سلتية في المختبر القومي لآليات الحراثة (NTML) . وكان الجر النوعي لعرض القطع ٥١ و ٢٥ ملليمتراً أكبر بمقدار ٤٠ ٪ و ١٤٠٪ على الترتيب من القيمة المتوسطة لعرض القطع ١٠٢ ملليمتراً ، ١٥٢ ملليمتراً و٢٠٣ ملليمتراً . ولكن قد انخفض قطر الكتلة المتوسط من ٢١٨ ملليمتراً إلى ٢٨ ملليمتراً كلما قلَّ عرض القطع . كما أن معامل الطاقة المستخدمة والتي تمَّ حسابها على أساس طريقة الكتلة الساقطة ( الجزء ٥ ـ ١٣ ) قد زاد من ١٤, ٠ مع قطع بعرض ٢٠٣ ملليمتراً إلى ٦٥, ٠ مع قطع بعرض ٥١ ملليمتراً و ٧٩, ٠ مع قطع بعرض ٢٥ ملليمتراً . وفي اختبار استخدم فيه سلاح قرصي قطره ٦٦ سنتيمتراً [ ٢٦ بوصة ] وعرض قطع متفاوت من ٢٥ ملليمتراً إلى ٢٠٣ ملليمتراً كانت قيم الجر النوعي أعلى عند عرض قطع ٢٥ ملليمتراً و ٥١ ملليمتراً، ولكن لم يكن هناك تغير في معامل استخدام الطاقة اللازمة للتفتيت في المدى الكامل للعروض المستخدمة .

وهذه الاختبارات تعطي دليلاً على أنه حينما يستعمل عرض قطع صغير في أرض مكبوسة يمكن الحصول على أقصى تفتيت للتربة ، كما إنها تشير أيضاً إلى أن أكثر الطرق كفاءة للحصول على قطر الكتلة المتوسط المطلوب يكون بتطبيق القوى بطريقة تجعل التربة تتفتت في خطوة واحدة [٩] . وهذه الطريقة هي عكس ما هو متبع الآن حيث يتم تهشيم الكتلة الكبيرة إلى كتل صغيرة بعدة مرات من الحراثة . وتشغيل الآليات في أرض مفككة عادة ما يؤدي إلى إعادة تغير وضع الحبيبات الكبيرة بدون أية زيادة في تفتيت التربة .

وتأثير الحراثة الابتدائية التي تتبعها ٤ عمليات من الحراثة الثانوية كانت تحت المراقبة في اختبارات حقلية تحت سبع ظروف مختلفة ومتداخلة من التربة والظروف المحصولية السابقة [١١] . وفي أربعة حقول ، أجريت فيها عملية الحراثة لحقل معين في فترات ٣ ساعات ، وجد أن قط الكتلة المتوسط بعد الحراثة يتراوح بين ٣٣ ملليمتراً إلى ٦١ ملليمتراً [١,٣ إلى ٢,٣ بوصة]. وقد أدت العملية الأولى بالمشط القرصي (بعد الحراثة) إلى خفض حجم كتل التربة بـ ٢٠٪ إلى ٣٥ ٪ ولكن بتكرار عمليات المشط القرصي ، أو بإجراء عمليات التمشيط بعد القرص ، عادة لا يعطي تأثيراً كبيراً على الحجم المتوسط لكتل التربة . وقد قللت الحراثة من الكثافة في حدود ٢٥ ٪ ، وقد زادت كل عمليات الحراث الثانوي من هذه الكثافة .

**٥ ـ ١٩ تأثير السرعة على قوة الجر :.**

زيادة السرعة الأمامية تزيد من قوة الجر في معظم آليات الحراثة ، وذلك يرجع إلى الزيادة المضطردة في تسارع التحرك للتربة التي يتم تحركها لمسافات كبيرة . ويزيد تسارع التربة من قوة الجر المطلوبة على الأقل لسببين ـ **الأول** ، لأن القوة المسببة للتسارع تزيد من القوة العمودية على سطح التلامس بين الأرض والآلة وبالتالي تزيد من مقاومة الاحتكاك . وثانياً ، لزيادة طاقة الحركة في التربة. وحيث إن قوى التسارع تتناسب مع مربع السرعة ، وحيث إن الجر أيضاً يحتوي على مركبات هي أساساً مستقلة عن السرعة ، فإنه يصبح من المنطقي أن يعبر عن العلاقة بين السرعة وقوة الجر بالمعادلة التالية :

$$D_s = D_o + KS^2 \qquad (٥ - ٣)$$

حيث :

$D_s$ = الجر عند السرعة S .

$D_o$ = المركبة الأستاتيكية للجر ( لا يعتمد على السرعة ) .

S = السرعة الأمامية .

K = مقدار ثابت تعتمد قيمته على نوع الآلة وتصميمها وظروف التربة .

ومقدار تأثير السرعة على قوة الجر اللازمة تعتمد أساساً على القيمة النسبية للمركبات المستقلة عن السرعة والمركبات التي تزيد بزيادة السرعة، كما تتأثر بنوع الآلة وتصميمها ونوع التربة وظروفها . وعلى سبيل المثال ، فإن النتائج التي سوف نعرض لها في باب لاحق ستوضح أن زيادة السرعة الأمامية من ٤,٨ كيلو متر/ ساعة إلى ٩,٦ كيلو متر/ ساعة [٣ ميل/ ساعة إلى ٦ ميل / ساعة ] قد زادت من قوة الجر بمقدار ٩٠ ٪ و ٤٠ ٪ لمحراث قرصي في نوعين مختلفين من التربة ، وبمتوسط قدره ٥٠ ٪ للمحاريث المطرحية العادية في أراضي مختلفة ، وكذلك بقيمة ١٥ ٪ لمحراث تحت التربة .

**٥ ـ ٢٠ دراسات على نماذج مصغرة للآليات الزراعية :**

الاختبارات الحقلية لآليات الحراثة تعتبر معقدة نتيجة للاختلافات الطبيعية في ظروف التربة . واستخدام حجم كبير من صندوق التربة لاختبار آلة بالأبعاد الطبيعية يتطلب تركيبات باهظة التكاليف لأجهزة على درجة عالية من التخصص. وهنالك أسلوب آخر أكثر اقتصاداً وراحة ويعطي تحكماً جيداً في ظروف التشغيل وهو أسلوب تطبيق أساسيات التشابه في نماذج مصغرة تصنع بمقياس من الآلات الحقيقية وتستخدم في الاختبارات المعملية . وتستخدم النماذج المصغرة في مجالات هندسية عديدة ، ولكن منذ سنة ١٩٦٠ م قد زاد الاهتمام في دراسات النماذج في اختبار آليات الحراثة .

وأهداف الدراسة على نماذج مصغرة هي : ( أ ) للتنبؤ بخواص الأداء للآلة التي بالحجم العادي من قياسات على نموذج مصغر وغير مكلف نسبياً . (ب) للوصول إلى تفهم عن طبيعة وقيمة وتأثير العوامل الطبيعية للنظام . والدراسات على النموذج المصغر تعتمد أساساً على أسس التشابه بين النظام

العادي ، الذي تعد الدراسة من أجله ، والنموذج مع وجود نفس القوانين الطبيعية التي تحكم كلا النظامين .

والنظامان ـ العادي والمصغر ـ يجب أن يظهرا تشابهاً في الأداء إذا كان قد تحقق لهما تشابهاً هندسياً ، وكينماتيكياً وديناميكياً . والحصول على التشابه الهندسي يعتبر أمراً بسيطاً . ولكن الحصول على التشابه الديناميكي فإن نسبة جميع القوى المؤثرة على النظام لا بد وأن تكون واحدة في النموذج والشكل الحقيقي . والمشكلة الحقيقية هي تعريف وتحديد جميع هذه القوى. والتشابه الكينماتيكي عادة ما يتم إذا تحقق التشابه الهندسي والديناميكي [٧] .

والخطوة الأولى والمهمة في وضع خطة لدراسة نموذج هي تحديد المتغيرات الطبيعية التي يمكن قياسها والتي ، عندما يتم دمجها بالطريقة الصحيحة ، تؤدي إلى وصف الظاهرة الطبيعية تحت الدراسة [١] . وبعد ذلك تطبق أساسيات التحليل البعدي لجمع هذه المتغيرات في مجموعات مستقلة ليس لها وحدات والتي تستخدم كأساس في تصميم النموذج .

وإذا تحقق التوصل إلى تصغير حقيقي لكل العوامل ذات العلاقة لعمل النموذج ، فإنه يصبح ممكناً التنبؤ الجيد بخواص الأداء للنظام الحقيقي وذلك بضرب أداء النموذج بمعامل مقياس مناسب . وعادة ما توجد عناصر لا يمكن تصغيرها بمقياس ، الأمر الذي يؤدي إلى نظام نموذج غير مشابه تماماً، ( مشوه ) للنظام الحقيقي ، وعلى سبيل المثال، فإن خواص التربة هي من الأمور البالغة الصعوبة لعمل مقياس لها .

ومن المحاولات التي تتم لتعريف وقياس جميع خواص التربة حتى يمكن أن تخضع لعمل مقياس لها هي أن تستخدم نفس التربة في دراسة النموذج والأصل . ثم يتم بعد ذلك تلافي الاختلافات بين النموذج والأصل

بطريقة عملية ، وذلك باستخدام عدة نماذج ، لهـا مقاييس تصغيـر مختلفة ، وملاحظة اتجاه النتائج المحصل عليها ، ومن ثم يستنتج منها معامل تنبؤ يمكن استخدامه لتفادي الاختلافات بين نظام النموذج والنظام الحقيقي .

**٥ ـ ٢١ الأبحاث مع أسلحة الحراثة البسيطة :**

لقد قامت عدة بحوث في السنـوات العديـدة الماضيـة لدراسـة واختبار أسلحة حراث بأشكال بسيطة كوسيلة لدراسة أساسيات رد فعـل التربـة للقوى المؤثرة عليها . وهذه الأسلحة عادة ما تكون مسطحة وتتحرك خلال التربـة إما في وضع رأسي ( زاوية رفع ٩٠ درجة ) أو في وضع مائل بزاوية وتميل حـافة القـاع بزاويـة إلى الأمام ( زاويـة رفـع صغيـرة ). وعـادة مـا تسمى الأسلحـة المسـطحة والتي لهـا عـرض بين ٢٥ إلى ١٠٠ ملليمتـر [ ١ إلى ٤ بـوصـة ] بالإزميل ، ويمتد جزء العـرض الكامـل لها خـارج سطح التـربة . والأسلحـة العريضة، ( بعضها يصل إلى ٧٦ سم [ ٢٠ بوصة ] ) عـادة ما تكـون مغمورة تحت التربة وتعمل على زاوية رفع مقدارها ٤٥° ، وذلك لدراسة فعـل التربـة التي يتم رفعها . والاختبارات بالأسلحة البسيطة ممكن إجراؤها في الحقل وفي صندوق التربة الموجود خارج المباني وكذلك داخل المباني بأبعاد مختلفة .



1 - BARNES, K.K.,C.W. BOCKHOP, and H.E. McLEOD. Similitude in studies of tillage implement forces. Agr. Eng., 41:32 - 37, 42, Jan., 1960.
2 - BATCHELDER, D. G., and J.G. PORTERFIELD. Zone tillage machines and methods for cotton. Trans. ASAE, 9(1):98 - 99, 1966.
3 - BATEMAN, H.P. ,M.P. NAIK, and R.R.YOERGER. Energy required to pulverize soil at different degrees of compaction. J. Agr. Eng. Res., 10:132-141, 1965.
4 - CLYDE, A. W. Measurement of forces on soil tillage tools. Agr. Eng., 17:5 - 9, Jan., 1936.
5 - CLYDE, A.W. Technical features of tillage tools. Pennsylvania Agr. Expt. Sta. Bull. 465. (Part 2), 1944.
6 - FOX, W.R., and C.W. BOCKHOP. Characteristics of a Teflon - covered simple tillage tool. Trans. ASAE, 8(2):227 - 229, 1965.
7 - FREITAG, D.R.,R.L. SCHAFER, and R.D. WISMER. Similitude studies of soil machine systems. trans. ASAE, 13:(2): 201 - 213, 1970.
8 - GILL, W.R. Soil - implement relations. Conf. Proc.: Tillage for Greater Crop Prodiction. 1967, PP.32 - 36, 43. ASAE St. Joseph, Mich.
9 - GILL, W.R. , and W.F.McCREERY. Relation of size of cut to tillage tool. efficiency. Agr. Eng. 41:372 - 374, 381, June, 1960.
10 - GILL, W. R. , and G.E. VANDEN Berg. Soil Dynamics in Tillage and Traction. USDA Agr. Handbook No. 316, 1967.
11 - LUTTRELL, D.H.,C.W. BOCKHOP. and W.G.LOVELY. The effect of tillage opera - tions on soil physical conditions. ASAE Paper 64 - 103, June. 1964.
12 - McALISTER, J.T. Mulch tillage with lister - planters. Trans. ASAE, 9(2):153 - 154, 1966.
13 - MORLING, R. W. Soil force analysis as applied to tillage equipment . ASAE Paper 63 - 149, June, 1963.
14 - NEUHOFF, A.L.Measuring force in two or more members with one instrument Agr. Eng., 40:456 - 457, Aug., 1959.
15 - NICHOLS. M. L. The dynamic properties of soil: I. An explanation of the

dynamic properties of soils by means of colloidal films. Agr. Eng., 12:259 - 264, July, 1931.

16 - NICHOLS, M.L. The dynamic properties of soil: II, Soil and metal friction. Agr. Eng.. 12:321 - 324, Aug. 1931.

17 - O'CALLAGHAN, J.R., and P.J. McCULLEN. Cleavage of soil by inclined and wedge - shaped tines, J.Agr. Eng. Res. 10:248 - 254, 1965.

18 - SCHAFER, R. L., C.W. BOCKHOP, and W.G. LOVELY. Prototype studies of tillage implements. Trans. ASAE, 11(5):661 — 664, 1968.

19 - SCHOLTZ, D. C.A. three - point linkage dynamometer for mounted implements. J. Agr. Eng. Res., 9:252 - 258, 1964.

20 - SPOOR. G.Design of soil engaging implements (in two parts). Farm Machine Des. Eng., 3:22 - 25, 28. Sept., 1969; 3:14 - 19, Dec., 1969.

21 - VANDEN BERG, G. E. Analysis of forces on tillage tools, J.Agr. Eng. Res., 11:201 - 205, 1966.

22 - WEGSCHEID, E.L. and H.A. MYERS. Soil bin instrumentation. Agr. Eng., 48:442 - 445, 463, Aug., 1967.

23 - WISMER, R. D., E. E.L. WEGSCHEID, H. J. LUTH. and B. E. ROMIG. Energy application in tillage and earthmoving . SAE Trans., 77:2486 - 2494, 1968.

24 - WOODRUF. N.P., and W.S. CHEPIL. Influence of one - way disk and subsurface - sweep tillage on factors affecting wind erosion. Trans. ASAE, 1081 - 85, 1958.

25 - ZIMMERMAN, M. Which way will tillage go? Implement and Tractor, 83(26):28 - 30, Dec. 21, 1968.

26 - ZOERB, G.C. A strain gage dynamometer for direct horsepower indication. Agr. Eng., 44:434 - 435. Aug. , 1963.

# مســائل

٥ ـ ١ إذا علم أن اتجاه خط الشد في أحد الآليات يميل على الأفقي بزاوية ١٥ درجة ويقع في المستوى الرأسي ، وفي اتجاه يصنع زاوية ١٠ درجة مع اتجاه السير .

أ ـ احسب قوة الجر المطلوبة وكذلك القوى الجانبية إذا كان الشد ١١ كيلو نيوتن .

ب ـ ما هي القدرة اللازمة للجر عند سرعة أمامية ٥,٥ كيلو متر / ساعة ؟

# الباب السادس
# المحاريث المطرحية

# الباب السادس
# المحاريث المطرحية

**٦ ـ ١ مقدمة :**

يعتبر المحراث المطرحي واحداً من أقدم الآليات الزراعية جميعها، وهو أهم آلة من بين جميع الآليات المستخدمة في الحراثة. والحراثة عموماً تعد من العمليات التي تحتاج إلى قوة دفع أكبر من أي عملية زراعية أخرى. وبالرغم من أن الدراسات التي أجريت على إنتاجية المحاصيل أوضحت أنه تحت ظروف معينة ولمحصول معين لا توجد فائدة ظاهرة الحراثة، إلا أنه لا يزال المحراث المطرحي من أكثر المحاريث استعمالاً في للحراثة، الابتدائية لإعداد مرقد البذرة.

وخلال السنوات السابقة، قد أجري العديد من الأبحاث وحدث الكثير من التطور على المحراث المطرحي. ولكن ما زال تصميم بدن المحراث (كما هو الحال في الأنوع الأخرى من المحاريث) يعتمد اعتماداً كبيراً على طريقة المحاولة والتصحيح. وقد تم إنتاج أشكال ممتازة لبدن المحراث، ولكن ما زال هناك أنواع مهمة من الأراضي وظروفها التي لا تتناسب مع هذه الآلة، مثال على ذلك الأرض الثقيلة الشمعية القوام التي توجد في تكساس، ألاباما، وميسيسيبي وكذلك الأراضي اللزجة (Push - type) الموجود في هاواي.

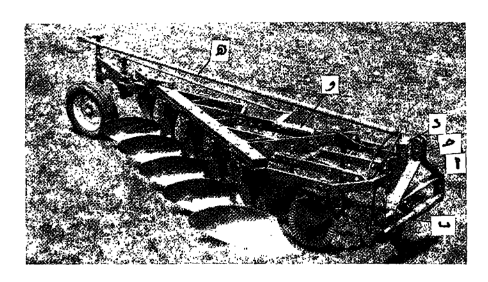
**٦ ـ ٢ أنواع المحاريث القلابة:**

يعتبر المحراث المعلق الذي يناسب الجرارات الصغيرة والمتوسطة من أكثر الأنواع شيوعاً منذ أن تم تطوير أجهزة التحكم الهيدروليكي في نظام الشبك المتكامل. ومع زيادة حجم الجرارات المنتجة فإن حجم المحاريث المعلقة والمستخدمة معها قد زاد إلى حد ما تبعاً لذلك، ولكن الزيادة في الحجم ما زالت محدودة، وذلك لاحتمال حدوث اختلال في اتزان الجرار أثناء عمليات النقل. وقد أنتجت أنواع من الآليات النصف معلقة للتغلب على مشكلة الاتزان هذه مع الاحتفاظ بالمميزات الأخرى للآليات المعلقة. وهذا النوع قد أصبح شائع الاستعمال منذ تطويره في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٦٠. وكانت قيمة المحراث المطرحي النصف معلق أحادي الاتجاه في عام ١٩٦٦ أكثر من ضعف قيمة محراث مطرحي معلق مضافاً إليه قيمة محراث آخر مقطور أحادي الاتجاه[٢١].

وعادة ما يحتوي المحراث على اثنين إلى خمس أبدان بعرض ٣٠ سنتيمتر أ، ٣٦ سنتيمتر أو ٤١ سنتيمتر [١٢ بوصة، ١٤ بوصة، أو ١٦ بوصة]. والأنواع النصف معلقة والمقطورة عادة ما تحتوي على أربع إلى ثماني أبدان ٣٦ سنتيمتر أ، ٤١ سنتيمتر أو ٤٦ سنتيمتر [١٨ بوصة]. والمحاريث النصف معلقة تعتبر أصغر في الحجم ولها مقدرة على المناورة في الحقل أكثر من المحراث المقطور، وتعتبر أقل تكلفة، ولكنها تضيف حملاً رأسياً أكبر على عجل الجرار الخلفي، الأمر الذي يزيد من توليد قوي الدفع.

وفي التركيبات العادية يتم تحميل المحراث النصف معلق على الجرار وذلك بواسطة نقاط التعليق التي تشكل المحور الأفقي للشبك، وبذلك تمنع المحراث من الدوران حول محوره الطولي (شكل ٦ ـ ١)، وعندما يكون الجرار مزودا بوسيلة استشعار للشد على ذراع الشبك السفلى (الجزء ٨ ـ ١٤)

فإن محور الشبـك الأفقي للآلـة يكون تقـريباً عبـارة عن عضو مستعـرض بين الوصلتين السفليتين.




**شكـل ٦ ـ ١ محـراث مـطرحي نصف معلق مـع مـوجـه أوتـومـاتيكي لعجلة الأخـدود الخلفي: ـ أ ـ إطـار الثلاثـة نقط الشبك. ب ـ محـور التعليق الأفقي. جـ ـ محور التعليق الرأسي لإطار المحراث. د ـ ذراع توجيه يبقى موازياً لعمود التعليق المستعرض. هـ ـ ذراع تـوجيه للعجـل الخلفي. و ـ اسطوانـة لرفـع النهايـة الخلفية للمحـراث.**

**.(Courtesy of Massy - Ferguson, Inc.)**

والعجلة الخلفية للمحراث نصف المعلق توجه أوتوماتيكياً وتوصل مع ذراع ثابت في نظام الشبك بطريقـة تجعل مؤخـرة المحراث تتبـع خط سير الجـرار في حالـة الدوران. . . وهـذه التركيبـات تعطي مقـدرة جيـدة على المناورة وكذلك تتبع جيـد حول المنحنيـات في الحراثـة الكنتوريـة . وتعطى الأسطوانة الهيدروليكية التي يتحكم فيها من على بعد لـرفع العجل الخلفي ، بالإضافة إلى نظام الرفع المتكامل للشبك في الجرار ، فرصة الاختيار بين رفع أو خفض مقدمة أو مؤخـرة المحراث عنـد إسقاطـه إلى داخل التـربة أو رفعـه عنها .

والمحراث النصف معلق عادة ما يحتوي على إطارات من المطاط تستخدم كعجلة قياس تسير على الأرض الغير محروثة قرب مؤخرة المحراث. وبعض المحاريث يحتوي على عجلة قياس أمامية وتسير في أخدود للمشوار السابق. أما المحاريث المعلقة فهي عادة ما يكون لها عجلة من الصلب تسير في الأخدود خلف المحراث لامتصاص بعض القوى الجانبية من الأبدان. وعجلة قياس وضبط العمق قد تستخدم في بعض الأحيان خاصة في المحاريث المعلقة الكبيرة (لضبط العمق).

**٦ ـ ٣ المحاريث ذات الاتجاهين:**

أغلب المحاريث المطرحية تصمم على أساس قلب التربة في الأخدود من الناحية اليمنى. والمحراث ذو الاتجاهين له مجموعتين من الأبدان المتقابلة والتي يمكن استعمالها حسب الاختيار. . وبهذه الطريقة يمكن قلب كل الأخاديد في نفس الجانب من الحقل وذلك باستخدام الأبدان اليمنى في اتجاه الذهاب والأبدان اليسرى في حالة العودة. ويتم تثبيت مجموعتي الأبدان على إطار عادي يمكن أن يدور بزاوية مقدارها ١٨٠° حول محوره الطولي للتغيير من مجموعة أبدان إلى أخرى. وفي أغلب الأحوال تتم عملية الدوران هذه بواسطة اسطوانة هيدروليكية والتي هي جزء من المحراث. وتدار أبدان المحراث بزاوية تصل إلى ٩٠ درجة في مشوار الانكماش للاسطوانة لتمر بعد نقطة المركز نظراً لقصورها الذاتي، وتترك لتسقط إلى أسفل في الجانب الآخر في مشوار التمدد.

وعجلة القياس وكذلك عجلة الأخدود الخلفية تقوم بضبط وضعها أوتوماتيكياً كلما دار إطار المحراث حول نفسه إذا لم يكن لكل مجموعة من الأبدان عجلتها الخاصة (وهي عادة ما تكون الحالة مع المحاريث المعلقة).

وعادة ما يحتوي المحراث المعلق ذو الاتجاهين على اثنين إلى أربعة أبدان عرض الواحد منها ٣٦ سنتيمتر أو ٤١ سنتيمتر [١٤ بوصة أو ١٦ بوصة]. ونادراً ما تحتوى الوحدات النصف معلقة أو المقطورة على أكثر من ٥ أبدان والتي عرضها في معظم الأحيان يكون في حدود ٤١ سنتيمتر أو ٤٦ سنتيمتر [١٦ بوصة أو ١٨ بوصة ] . ونظراً لأن المحراث ذو الاتجاهين يحتوي على مجموعتين من الأبدان ، ولذلك فهو أغلى في الثمن ويعتبر أثقل وزناً عن مثيله ذي الاتجاه الواحد .

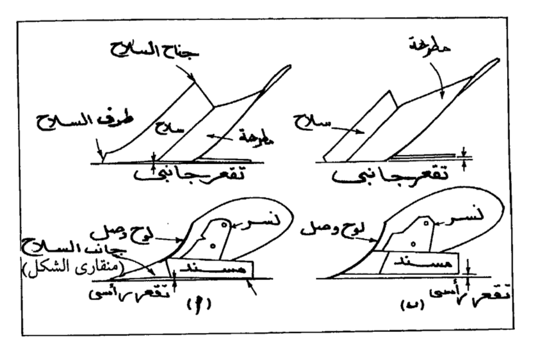
والمحراث ذو الاتجاه الواحد يتطلب عمله تخطيط للحقل، وذلك بداية من الأخدود الخلفي (شريحتان من التربة يتم قلبهما خلف بعضهما البعض) وانتهاءاً بأخدود ميت (أخدودان مفتوحان متلازمان). بينما المحراث ذو الاتجاهين يلغي الأخاديد الخلفية وكذلك الأخاديد الميتة ويترك الحقل أقرب ما يكون إلى الاستواء أفقياً للري أو للصرف. وللمحراث ذي الاتجاهين ميزة في حالة وجود مصاطب عند الحرث العكسي وكذلك في الحقول الصغيرة التي يكون شكلها غير منتظم.

**٦ ـ ٤ بدن المحراث:**

المحراث المطرحي هو أساساً عبارة عن سلاح ( Wedge ) له ثلاثة حواف، حيث إن المسند والسطح الأفقي للحافة القاطعة تعمل كأسطح مستوية، بينما قمة السلاح والمطرحة تعملان معاً كأسطح منحنية. والوظيفة الأساسية لبدن المحراث هي قطع شريحة الأخدود، تفتيت التربة وقلب الأخدود المقطوع لتغطية النباتات. وعرض البدن هو عرض الأخدود الذي تم تصميم المحراث لقطعه.

ولعدة سنوات كانت معظم المحاريث تحتوي على أسلحة منقارية الشكل من النوع الموضح في شكل (٦ ـ ٢ أ). . وهذا النوع من السلاح له جزء رأسي وهويعمل

كامتداد أمـامي للمسند ، يمكن فكـه وسنه بـالتشكيل بـالحدادة عنـد تآكله أو تبلده . وعملياً فإن جميع المحاريث التي تصنع في الوقت الراهن هي من النوع الذي له سلاح عادي يتخلص منه في حالة استهلاكه وهو موضح في شكل ( ٦ ـ ٢ ـ ب ) . وهـذه الأسلحة متـوفرة بمقـدمـات ذات أشكـال مختلفـة . وأكثـر الأشكال شيوعاً لمقدمة السلاح الذي يستبعد عند استهلاكه يتم صنعها من قطعة يتم تشكيلها في شكل شريحة بطول وشكل محدد وتثبت بواسطة مسامير برشام موضوعة في فتحات غائرة . والمقدمات ذات عرض القطع الصغير تعطي تغطية أقل من العرض الكامل لشريحة الأخدود . والمقدمات التي يكون لهـا عرض أكبر تمتد لمسافة ٢ إلى ٥ سم في الأخدود السابق لمنع انزلاق الجـذور حول النهايات .




شكل ٦ ـ ٢ منظر لبدن محراث مطرجي. (أ) ـ سلاح منقاري الشكل ويوضح طريقة قياس التقعر في حالة عدم وجود عجلة أخدود خلفية أو جهاز للتحكم في العمق. (ب) ـ مع سلاح يستبعد عند استهلاكه موضح فيه شكل الخلوص عندما تستخدم عجلة الأخدود الخلفية .

ونظراً للثمن الجديد للسلاح الذي يستبعد عند استهلاكه والذي يبلغ ثلث ثمن المقدمة للنوع السابق فإنه يكون أكثر اقتصادية عند تغييره عندما يتآكل أو تنتهي حديته بدلاً من إعادة سنه مرة أخرى. ولوح الوصل في المطرحة يمكن أن يتم تغييره في المحاريث حيث إنه عبارة عن حافة قطع أخرى وهي عرضة للتآكل.

وكما هو الحال مع أي سلاح للقطع، فإن بدن المحراث المطرحي لا بد أن يكون له خلوص أو تقعر خلف حافة القطع. والتقعر الرأسي يعرف على أنه السحب السفلى، أما الخلوص الجانبي فيعرف على أنه السحب الجانبي (شكل ٦ ـ ٢). وعندما لا يوجد سحب أو تقعر بقدر كافي فإنه يصبح من الصعب المحافظة على عمق أو عرض القطع المطلوب. وهذا الخلوص يتراوح بين ٥ ملليمتر إلى ١٣ ملليمتر [٣ / ١٦ إلى ١/٢ بوصة]، اعتماداً على تصميم بدن المحراث، وما إذا كان للمحراث عجلة أخدود خلفي أو عجلة قياس.

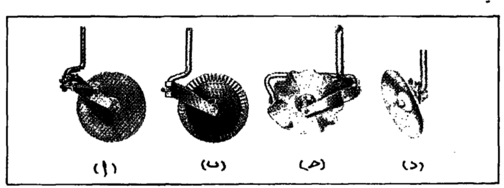
### ٦ ـ ٥ معادن المطرحة والسلاح:

إن مقاومة التآكل في الأراضي الخشنة والجلي في الأراضي اللزجة كما في حالة الأراضي الطينية والطينية اللومية يمثلان أهم مشكلتين لهما تأثير على اختيار مادة معدن بدن المحراث. وتصنع المطارح عادة من الصلب الطري في المركز. وهذه هي عبارة عن ثلاثة طبقات من الصلب، الطبقات الخارجية من الصلب عالي الكربون (عادة من نوع (C - 1095) والذي يحتوي على ٠,٩ إلى ١,٠٥ كربون)، والطبقة الوسطى من الصلب منخفض الكربون مثل (G - 1010) والذي يحتوي على ٠,٠٨ إلى ٠,١٣٪ كربون). وبعد المعاملة الحرارية تصبح الطبقتان الخارجيتان قاسيتين ولكنهما صلبتان ولهما أسطح ناعمة تتميز بمقاومة عالية للتآكل وقابلية للجلي في معظم الأراضي. والطبقة الوسطى نتيجة لنسبة الكربون المنخفضة فيها، فإنها لا تتأثر بعملية التقسية الحرارية. ولذلك فهي لينة وتبقى قوية وتعطي مقدرة على امتصاص الصدمات. ويمكن الحصول على خواص مشابهة بكربنه الصلب ذي المحتوى الكربوني المنخفض على كلا الوجهين.

وسلاح المحراث يصنع عادة من الصلب الصلد (C - 1095)، ويتم زيادة صلادته بواسطة المعاملات الحرارية لإكسابه مقاومة للتآكل. وتحت ظروف التعرض للتآكل الشديد كما في الأراضي الرملية فإن السلاح وطرفه الذي يمكن تغيّره يتم صنعه في بعض الأحوال من الحديد الزهر المبرد فجائياً (تم شرحه في الجزء ٣ ـ ٣) وهذا مما يكسبه مقاومة عالية للتآكل أكثر من الصلب ولكنه يصبح قصفاً، ولذلك فهو عرضة للكسر عندما يقابل بعوائق.

### ٦ ـ ٦ ملحقات المحراث المطرحي:

تستعمل السكاكين القرصية للمساعدة في قطع جدار الأخدود، وللقطع خلال النباتات الموجودة على سطح التربة والتي قد تتجمع على السلاح، أو على كمرة المحراث وبالتالي تعوق أداءه. وتوجد أربعة أنوع من السكاكين القرصية موضحة في شكل ٦ ـ ٣. والسكاكين ذات الأسطح المستوية تستخدم في الحقول النظيفة نسبياً.

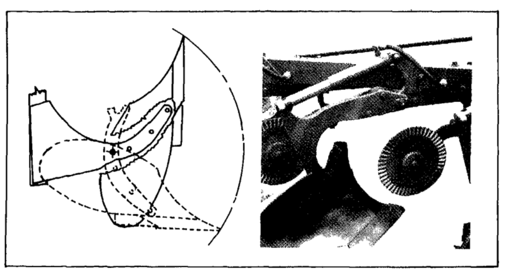



شكل ٦ ـ ٣: (أ) ـ سكينة قرصية مسطحة مع سوستة زنبركية مثبتة لتسمح للسكين القرصي بالمرور على العوائق. (ب) ـ سكينة قرصية مموجة الحافة. (جـ) ـ سكينة قرصية معرجة الحافة مربوط عليها مكشطة. (د) ـ منظر أمامي لسكين قرصي مقعر أو قرصي (Courtesy of J.I Case Co.).

والسكينة القرصية ذات الحافة المعرجة، والأخرى ذات الحافة المموجة تعملان بصورة جيدة في الأراضي التي تكثر عليها بقايا النباتات بكثرة. وفي هذه الحالة تثبت السكينة القرصية مباشرة فوق طرف السلاح أو متقدمة عنه

بقليل وعلى مسافة تبعد ١٣ إلى ١٩ ملليمتراً [ ١/٤ إلى ٣/٤ بوصة ] إلى يسار السلاح ( في حالة الأبدان اليمنى ) . والسكينة القرصية ذات القطر الكبير تعمل بسهولة في حالة وجود بقايا محاصيل بطريقة مكثفة وهي أفضل من السكينة ذات القطر الصغير ولكن اختراقها أقل للأرض الصلبة .

وعادة ما يركب بدن صغير ثابت ليعمل مع السكينة القرصية الدوارة ( شكل ٦ ـ ٣ جـ ) ويقطع أخدود ضيق وغير عميق أمام السلاح ووظيفته هي تحريك بقايا النباتات والجذور من هذه الشريحة إلى الأخدود الرئيسي بطريقة تؤمن تغطية كاملة بواسطة بدن المحراث . ويركب أحياناً قرص مقعر يميل بزاوية مع اتجاه الحرث ( شكل ٦ ـ ٣ د ) ، ليستخدم بدلاً من السكينة القرصية والبدن المصغر . وتستخدم أحياناً مطرحة طويلة أو خطافات لتتمكن منثني وقلب النباتات الطويلة أمام البدن مباشرة ، وهناك ملحقات أخرى قد تستخدم لتحسين مستوى تغطية بقايا النباتات .



شكل ٦ ـ ٤ نوعان من أجهزة الحماية ضد الأحمال الزائدة لقصبات بدن المحراث . على اليسار قصبة بزنبرك لإدارة المطرحة عند زيادة الحمل . . . والأيمن يوضح القصبة معادة إلى مكانها هيدروليكياً أوتوماتيكياً ( Right Courtesy of Deere Co ) .

**٦ ـ ٧ حماية القصبات من الأحمال الزائدة :**

إن الانتشار الواسع للمحاريث المعلقة والنصف معلقة جعل من الضروري وضع وسيلة حماية لقصبات (كمرات) المحراث. والاتجاه السائد نحو زيادة سرعة الحرث يولد احتياجاً متزايداً إلى هذا النوع من أجهزة وسائل الحماية. شكل (٦ ـ ٤) يوضح نوعين شائعين من الأجهزة التي طورت لتعطي حماية أثناء العمل في الحقل حيث يحتمل مواجهة العديد من العوائق.

وعندما يزيد الحمل على السلاح عن قيمة محددة على السقاطة الزنبركية فإن الروافع تسمح لبدن المحراث بالدوران للخلف حول محور أفقي. وفي معظم أجهزة زنبرك الكسر تكون نقطة المفصلة خلف نقطة مقدمة السلاح بمسافة كبيرة (شكل ٦ ـ ٤ ـ الأيسر) مما يجعل نقطة مقدمة السلاح تتحرك إلى أسفل بالنسبة لنقطة المفصلة. وإذا لم يعمل العائق على تحريك نقطة مقدمة السلاح إلى أسفل فإن الآلة بكاملها ترفع بواسطة البدن المعاق إلى أعلى مما ينتج عنه قوة زائدة كبيرة على نقط مقدمة المحراث والإطار، وعلى الأخص عند السرعات العالية.

ونظراً للأحمال غير المركزية التي تحدث على المفصل والكمرة في حالة مواجهة أي عائق؛ فإنه لا بد من التصميم اللجيد حتى لا يمثل الاحتكاك جزء كبيراً من قوة مقاومة تحرير البدن. وبعض وحدات السقاطة الزنبركية تصمم لتعطي قدرة امتصاص للصدمات قبل تحرير السقاط، وبالتالي لا يحدث دوران عند كل حمل زائد يتعرض له البدن . وعندما تتحرر سقاطه الزنبرك لا بد أن يتوقف السائق ، وإما أن يرجع إلى الخلف أو يرفع المحراث خارج الأرض وبالتالي يسمح للبدن بالعودة مرة ثانية إلى وضعه الطبيعي .

والجهاز الهيدروليكي القابل لإعادة الضبط للحماية ضد الأحمال الزائدة (شكل ٦ ـ ٤ الأيمن) يوفر امتصاص للصدمات وأداة ضبط لإعادة الوضع إلى

طبيعته أوتوماتيكياً بواسطة اسطوانة هيدروليكية موصلة إلى مصدر ضغط ثابت. وإذا كان للجرار جهاز هيدروليكي يعطي ضغطاً ثابتاً فإنه من الممكن توصيل اسطوانة الأحمال الزائدة إلى هذا المصدر من خلال صمام مخفض للضغط. وفي حالة عدم وجود ذلك فإنه من الممكن استخدام خزان ممتلىء بغاز خامل يوضع على المحراث ويعبأ بالغاز ويكون ضغط الغاز هو النهاية العظمى للتحميل على المحراث. وأنظمة إعادة الوضع الهيدروليكية لها قصبات تتمركز فوق نقطة طرف السلاح مباشرة، وذلك حتى لا تدخل تلك النقطة إلى عمق أكبر في التربة أو تقوم برفع بقية أجزاء المحراث عندما يحدث تحميلاً زائداً.

### ٦ ـ ٨ أنواع المطارح

نتيجة لاختلاف أنواع التربة وكذلك ظروف الحراثة التي تختلف اختلافاً كبيراً، فإنه قد تم تطوير أنواع مختلفة كثيرة من المطارح. وبعض أنواع المطارح هي في الأساس عبارة عن قطاعات أسطوانية الشكل، والبعض يقرب من الشكل الحلزوني أو اللولبي، وأنواع أخرى هي عبارة عن تعديل لهذه الأشكال الهندسية. ومن حيث الاستخدام فإن الأنواع الشائعة تشمل أبدان الأغراض العامة، أبدان أراضي الجذور وبقايا النباتات، أبدان الأراضي الرطبة اللزجة، أبدان الحراثة العميقة، أبدان الأراضي السوداء، والأبدان ذات المطارح المسطحة المشققة.

وبدن أراضي الجذور يكون له مطرحة منخفضة وطويلة وذات انحناء تدريجي وشكل حلزوني يسمح بالقلب الكلي للأخدود المقطوع مع أقل قدر من التكسير، وبالتالي يؤدي إلى تغطية كاملة للنباتات، أما بدن بقايا النباتات فإن له مطرحة قصيرة وعريضة وذات انحناء مفاجىء عند نهايتها مما ينتج عنه تفتيت أكثر مقارناً مع الأبدان الأخرى. وبدن الأغراض العامة فإنه يحتل مكاناً وسطاً بين هذين النوعين المتباعدين من الأبدان. وهو يصلح لمدى واسع من الأحوال والظروف. وقد تم تطوير أشكال خاصة من بدن الأغراض العامة لاستخدامها بكفاءة للحراثة بسرعات عالية. وبدن الأرض السوداء له مطرحة

ذات مساحة صغيرة نسبياً وشكل يساعد على الانزلاق في الأراضي الثقيلة كما هو الحال في الأراضي السوداء في تكساس. وأقل الأنواع شيوعاً هو المطرحة ذات الألواح المتصلة والتي تكون فيها أجزاء من المطرحة مقطوعة وتستعمل في أنواع الأراضي اللزجة جداً.

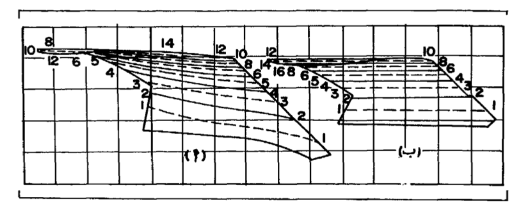
## ٦ ـ ٩ التعبير عن شكل المطرحة

هنالك حاجة لإيجاد طرق التمييز أشكال مطارح المحاريث لإجراء المقارنات، كذلك لتحليل خواص الأداء للمحاريث المختلفة لغرض التصنيع. وقد تم ابتكار عدة طرق حسابية للتعبير عن شكل المطرحة وبعضها طرق عملية[٩]. وقد ذكر وايت[٢٩] عام ١٩١٨ أن عدداً من أبدان المحراث لها أسطح يمكن التعبير عنها بمعادلات قطع مكافىء. وبالرغم من أنه لم يتمكن من ربط هذه المعادلات بالقوى أو محصلة رد فعل التربة، إلا أنه قد وضح أن شكل بدن المحراث يمكن التعبير عنه حسابياً.

وفي دراسة أجراها نيكولز وكيومر[١٤] شملت ٢٢ نوعاً من المحاريث بأشكال مختلفة وجد أن أسطح أغلب المحاريث المدروسة يمكن أن تغطى كلياً بأقواس من دوائر يتم تحريكها طولياً وتدار حول خط حركه جناح السلاح أو حول خط يقع مباشرة فوق مقدمة الجناح وقد وصفا طريقة لتخفيض عدد القياسات وذلك باستخدام معادلة حسابية تعبر عن السطح الكلي لمحراث معين، ولكنهما استنتجا أن مدى تعقيد هذه المعادلة يقلل من قيمة استخدامها.

وقد تمكن ريد [٢٠] من تمييز شكل بدن المحراث بواسطة قياس إحداثيات كنتور أفقية على مسافات رأسية متساوية قدرها ٢٥,٤ ملليمتراً [ بوصة ] ورسم النتائج على مستوى أفقي للبدن كما هو موضح من شكل (٦ ـ ٥). وقد استخدم سوهيني[٢٣] طريقة للتقاطع الضوئي للحصول على

خطوط كنتور أفقيـة وأيضـاً خطوط كنتور في مستويات رأسيـة وموازيـة لجانب المسند. وقد تمكن من تسليط شريحة ضيقة من الضوء على سطح المحـراث المدهون باللون الأبيض وتسجيل الضوءالمنعكس بواسـطة آلة تصـوير تـوضع على خط يكون زاوية قائمة مـع مستوى الضـوء ويتم تحريـك بدن المحـراث للحصول على مجموعة من خطوط كنتور أفقية ومجموعة من الخطوط الرأسيـة كما هو موضح في شكل(٦ ـ ١٢). وتمثيل شكل بدن المحراث بخطوط الكنتور هو من أكثر الطرق استعمالاً.




**شكل (٦ ـ ٥) منظر أفقي لبدني محراث متعدد الأغراض ٣٦ سم [١٤ بوصة] وتوضح خطوط كنتور على مسافات قدرها ٢٥,٤ ملليمتر [١ بوصة] رأسية متباعدة. (أ) ـ مطرحة عادية ذات سطح ملتوي. (ب) ـ مطرحة وسلاح ذات سطح أسطواني. (L. F. Reed[30]).**

وقد اقترح أشبى[١] في عام ١٩٣١ تسع قياسات أو معاملات لشكل بدن المحراث. وقد عرف سوهيني[٢٣] في عام ١٩٥٩ عدداً من معاملات الأشكال التي اعتبـرها مهمـة.. وكل من هـذين الباحثين قـد حـاول إيجـاد الصلة بين المعاملات التي يقترحها وخواص الأداء للمحراث ولكن لم يتمكن أي منهمـا من إيجاد وصف كامل لشكل سطح البدن. ومعاملات الأشكال لسوهيني سوف تناقش في الجزء ٦ ـ ٢٤.

**٦ ـ ١٠ سلوكيات الأراضي مع المحاريث المطرحية :**

يؤثر المدى الواسع لظروف التربة والذي يواجه عند حراثتها على سلوك التربة على أسطح المحاريث المطرحية . نيكولز وريد[١٥] صنفا ظروف التربة المختلفة ووصفا تفاعل التربة كما يلي :

١ ـ تربة أسمنتية صلبة: هذه التربة تتحطم إلى أحجام كبيرة غير منتظمة أمام المحراث، وليس هناك توزيع محدد لرد فعل التربة.

٢ ـ أرض ممتلئة بالجذور : نتيجة لوجود لتلاحم الكبير لكتلة الجذور فلا يمكن التعرف عادة على مستويات القص . ولكن عادة ما تحدث تفاعلات التربة العادية تحت سطح الجذور .

٣ ـ سطح مكبوس أو أسمنتي : هذه الحالة غير عادية، وهي تتميز بوجود تربة مفككة تحت طبقة من التربة المكبوسة مباشرة. وتتكسر طبقة سطح التربة بأشكال غير منتظمة وترتفع فوق بعضها كشرائح .

٤ ـ أرض حديثة الحراثة : وفي هذه الحالة ، يكون للتربة قدر قليل من التماسك ومقاومة الكبس ليؤدي المحراث وظيفته بطريقة مناسبة .

٥ ـ التربة القابلة للدفع: هذه الأرض عندما تستقر تسلك سلوك التربة حديثة الحراثة. وقوة التصاق التربة مع المطرحة تخلق ضغطاً متزايداً أمام بدن المحراث والذي، بسبب عدم وجود قوة تماسك كافية في التربة، يسبب في دفع التربة لأحد الجوانب بدلاً من رفعها وقلبها.

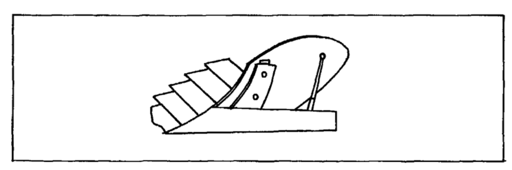
٦ ـ أرض تحت ظروف طبيعية: وفيها تكون التربة قد وصلت إلى ظروف تماسك أساساً نتيجة للعوامل الطبيعية، وهي في مدى المحتوى الرطوبي الطبيعي لظرف الحراثة الجيدة.

وتحت الظروف الطبيعية فإن تحرك التربة على المطرحة يحدث نتيجة

لمقاومة التربة أمام المحراث، والسرعة المتوسطة لتحرك التربة على المطرحة ربما يقترب من سرعة المحراث. وفيما عدا زيادة الحجم التي تنتج من تفتيت التربة فليس هنالك أي تغير يذكر في أبعاد شريحة التربة المقطوعة من الأخدود في حالة مرور المحراث عند الحراثة الطبيعية[٧]. ولكن هناك تغير في اتجاه حركة التربة مما ينتج عنها قوى تسارع كبيرة.

## ٦ ـ ١١ فعل التفتيت:

عندما يتحرك المحراث إلى الأمام، فإن الفعل المزدوج لأسطح المحراث ينتج عنه ضغط إلى أعلى وفي اتجاه الأخدود المفتوح. وقد وجد نيكولز وريد[١٥] أن الإجهادات التي تنشأ عن هذا الفعل تسبب في قص وتفكك كتل التربة المقطوعة على أبعاد منتظمة وعلى مستويات قص مائلة ومتوازية. وهذه المستويات للقص البدائية تمتد إلى الأمام من قمة السلاح وإلى أعلى بزاوية مقدارها ٤٥ درجة في كلا المستويات الأفقية والرأسية وتحفظ وضعها النسبي عند تحركها على سطح المطرحة (شكل ٦ ـ ٦).



**شكل ٦ ـ ٦ رسم تخطيطي يوضح تطور مستويات القص البدائية كما شوهدت في مستويات انزلاق التربة والسلاح من صندوق له جانب زجاجي**

**.(M.L. Nicholas and I.F. Reed[15])**

وكتل التربة التي تكونت بفعل القص الابتدائي تتكسر كلما تحركت إلى أعلى المطرحة وتكون مستويات قص ثانوية على زاوية قائمة من مستويات القص الابتدائية. ويحدث تفتيت زائد بانزلاق كتل التربة على بعضها.

وقد أوضح كل من نيكولز وكيومر[١٤] أن التفتيت يزيد كلما زاد تقوس المطرحة بالقدر الذي يؤدي إلى تحرك كتل التربة فوق بعضها البعض في مستويات القص الابتدائية (شكل ٦ ـ ٦) أثناء تحرك المحراث إلى الأمام. وقد أوضحا أيضاً أن ذلك يتضمن، نظرياً، على تحرك متسارع متجانس للتربة في اتجاه مستويات القص، ويتم بسطح تكون قطاعاته الرأسية في مستويات موازية للمسند يمكن التعبير عنها حسابياً بالمعادلة التالية: ـ

$$z = ae^{bx} \qquad (١ - ٦)$$

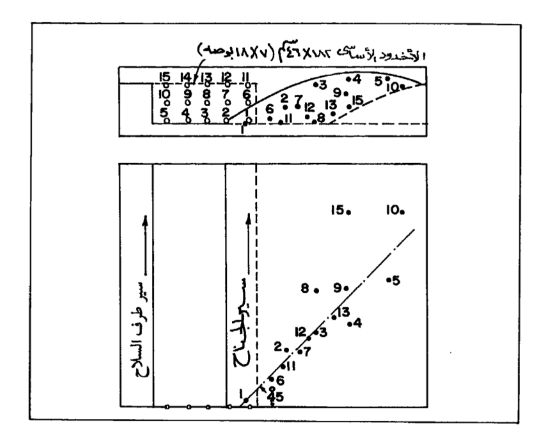
حيث z ، x هما الأحداثيان الرأسي والطولي ، a ، b هما ثابتان . و e هي أساس اللوغاريتم الطبيعي.

وتوضح المعادلة ٦ ـ ١ زيادة في معدل التقوس من الأمام لخلف المطرحة. وبعد إجراء قياسات على عدد من المحاريث النمطية الناجحة وجد أن القطاعات الرأسية في مركز مساحة التفتت في جميع المطارح التي تم دراستها يمكن التعبير عنها بتلك المعادلة[١٤]. . والجزء السفلي أو الأمامي ، كان منحدراً أكثر مما تشير إليه المعادلة، وذلك للحصول على قوة وتفريغ (أو سحب) أكثر. . ونظراً لمتطلبات قلب التربة، كان الجزء العلوي أيضاً بانحدار أكثر مما تشير إليه المعادلة.

**٦ ـ ١٢ الدوران والقلب:**

بما أن حافة القطع للسلاح تكون عادة على زاوية حوالي ٤٠ إلى ٤٥ درجة من اتجاه السير فإن رفع التربة عند جانب السلاح القاطع للأخدود يبدأ قبل رفع جانب الجناح. وبالتالي فإن الدوران والقلب يبدأ لحظياً، وأغلب الدوران يتم حدوثه بواسطة الجانب العلوي للمطرحة[١٤]. ويكون الفعل النهائي هو دفع أو إلقاء التربة من قمة المطرحة إلى الأخدود المجاور، ومقدار دفع التربة الملقاة تعتمد اعتماداً كبيراً على السرعة

الأمامية واتجاه تحرير التربة. وقلب التربة والحركة الأمامية المصاحبة أثناء الحراثة موضحة في شكل (٦ ـ ٧) وذلك تحت ظروف عادية كما حددت بواسطة اشبي وذكرت في تقرير أعده نيكولز وريد(١٥).




**شكل ٦ ـ ٧ تحرك التربة في أثناء الحراثة، كما حددت بواسطة وضع كتل معينة في الأخدود قبل الحراثة وتحديد وضعها الأخير في التربة المقلوبة: (M.M Nicols and I.F. Reed[15]).**

وقد وجد نيكولز وكيومر (١٤) في مجموعة من المحاريث، أن الدوران والقلب لشريحة الأخدود في الجزء العلوي للمطرحة يحدث بواسطة منحنيات ضغط منتظم، والمشابهة لأساسيات منحنيات الانتقال الموجودة في الطرق السريعة وخطوط السكك الحديدية. ويصنع الشكل

بطريقة بحيث أن تحرك التربة حول المنحنى ويكون لها معدل تسارع ثابت نتيجة للدوران.

### ٦ ـ ١٣ التنظيف بالانزلاق:

واحد من أهم الأمور لفعل انزلاق التربة على البدن هو تركها للبدن نظيفاً. وينتج هذا النوع من التنظيف من حركة التربة على سطح البدن بدون التصاق، وبسرعة كافية لتفادي تراكم التربة. بيني وفاوينتين[١٨] قاما بدراسة ميكانيكية التنظيف على طول سطح بسيط وكانت الخلاصة أن خاصية الانزلاق النظيف تتأثر بمعامل الاحتكاك بين التربة والسلاح، معامل الاحتكاك بين التربة بعضها البعض، وزاوية القطع للسلاح، التصاق حبيبات التربة مع بضعها، ومدى التصاق حبيبات التربة مع السلاح.

ويحدث التنظيف الذاتي عندما تكون مقاومة الاحتكاك على سطح التقابل بين التربة والسلاح أقل من مقاومة التربة على أسطح طبقاتها المتوازية. وعندما تكون عملية التنظيف كافية فإن التربة تتحرك فوق السلاح على مسار يحدده شكل السلاح. وفي الأوضاع التي لا يوجد فيها هذا النوع من التنظيف فإن التربة تتحرك على طبقة أخرى من التربة تكون ملتصقة على سطح السلاح، وهذا الأمر الذي يؤدي إلى زيادة في القوة المطلوبة للشد والأداء غير جيد للحراثة.

وعملياً، فإن زاوية احتكاك التربة مع السلاح تكون عادة أقل من زاوية احتكاك التربة مع بعضها البعض. ولذلك فإن زيادة الضغط على المطرحة يؤدي إلى زيادة في مقاومة القص للتربة أكثر من الزيادة التي يحدثها في مقاومة انزلاق التربة على السلاح، وبالتالي يحسن من خاصية التنظيف. وعدم التنظيف يحتمل أن يحدث في مواضع منخفضة أو عند سطح غير مستوٍ أو في مواضع يتغير فيها شكل السطح تغيراً مفاجئاً، وفي الأماكن التي يكون فيها الضغط منخفضاً. وزيادة معدل الانحناء من الأمام

للخلف على طول مسار التربة يعطي تعادلاً في قوى الالتصاق بين التربة والمعدن، وبالتالي يحسن من التنظيف عن طريق تفادي المساحات المنخفضة الضغط[٧].

وكما هو موضح في الجزء ٥ ـ ٧ فإن قوى الالتصاق بين المعدن والتربة، نتيجة لوجود غشاء من الرطوبة، يكون لها تأثير واضح على الاحتكاك. وهذا الالتصاق ممكن تخفيضه باستخدام مادة تقاوم الابتلال. أوضح باكون[٣] في عام ١٩١٨ أن المطرحة المدهونة بمعجون باريس أو المغطاة بمادة مصنوعة من جلود الحيوانات تعطي انزلاقاً نظيفاً أفضل في أراضي تكساس اللزجة مقارنة مع مواد أخرى مثل الصلب أو الزهر أو الزجاج أو النحاس أو الألومنيوم. وقد لاحظ أيضاً أن الحرارة تحسن من التنظيف. وذلك لأنها تخفض من الالتصاق بين المعدن والتربة. وقد وجد كيومر[١١] أن شرائح الخشب المشبعة في شمع البرافين أو زيت نباتي أعطت تنظيفاً أحسن من مطرحة مصنوعة من شرائح الحديد والصلب في التربة الطينية وذلك لوجود التصاق أقل. والمطرحة المصنوعة من شرائح الصلب تعطي تنظيفاً أفضل عن المطرحة المكتملة وذلك نظراً لصغر مساحة سطح التلامس والذي يؤدي إلى تخفيض في قوة الالتصاق وزيادة ضغط التربة.

والتفلون (بولى ـ تترا ـ فلورو ـ إيثيلين) هو نوع من البلاستيك الذي لا يبتل، والذي يستخدم في هاواي ليجعل المحراث المطرحي أفضل تنظيفاً في الأراضي التي لها خواص الالتصاق. وتستخدم رقائق من المادة تركب على المطرحة بمسامير قلاووظ ويتم فكها والتخلص منها عندما تتآكل[٢٨]. وفي دراسة أجرتها وزارة الزراعة للولايات المتحدة وتمت في المعهد القومي لآليات الحراث[٦]، وجد أن بدن محراث مغطى بطبقة من التفلون كانت درجة نظافته أفضل في تربة طينية ثقيلة والتي لا يمكن أن ينظف فيها المحراث المصنوع من الصلب، وكانت القوة المطلوبة للجر عند سرعة ٦,٥ كيلومتر/ ساعة [ ٢/١ ميل / ساعة] أقل بحوالي ٢٣ ٪

في حالة استخدام طبقة التفلون على البدن. وفي حالة السطح المعدني تتحرك شرائح التربة على طبقة التربة اللاصقة بالبدن، الأمر الذي يؤدي إلى قلب رديء للشرائح المقطوعة. وكلا البدنين أعطى خواص تنظيفية جيدة في التربة الطينية التي لها التصاق مرتفع على المعدن وقوة وتماسك جيدة. وقوة الجر عند سرعة ٥,٦ كيلومتر/ ساعة في هذه التربة كانت ١٢ ٪ أقل مع وجود التفلون المغطي لبدن المحراث عنه في حالة استخدام الصلب فقط.

وقد كان التآكل الشديد هو العامل الأساسي الذي يحد من استخدام طبقة البلاستيك ذات الاحتكاك المنخفض لتغطية أسلحة الحراثة. وعمر طبقة التفلون التي استخدمت في تغطية المحاريث المستخدمة في الأراضي اللزجة في هاواي كانت مرضية، ولكن الاختبارات التي أجريت في معامل وزارة الزراعة للولايات المتحدة أوضحت أن العمر يعادل ٢٠ هكتاراً [٥٠ أيكر] لكل بدن بعرض ٣٦ سنتيمتر [١٤ بوصة] وبسمك تفلون قدره ٥ ملليمتر [٠,٢ بوصة] في الأراضي الطينية. وقد كان معدل تآكل البولي اثلين المرتفع الكثافة أسرع من التفلون ولكن سعره أقل كثيراً.

وهناك طريقة أخرى لتقليل احتكاك التربة مع المعدن وتحسين خواص التنظيف الذاتي وذلك بدفع هواء على سطح التلامس بين التربة والسلاح لتعطي وسادة هوائية أو طبقة عازلة للفصل بين السطحين اللذين يتحرك أحدهما بالنسبة للآخر[٩]، [١٠]. ويستخدم لذلك هواء مضغوط بفعل ضاغط هواء يدار عن طريق الجرار ويصل الهواء إلى غرفة في خلف المطرحة ويمر خلال شبكة من ثقوب رفيعة في الجزء الأمامي للمطرحة. وتأثير هذه الطريقة يتوقف على مدى نفاذية التربة للهواء، حيث إن مقاومة السريان للهواء مطلوبة لزيادة تراكم ضغطه بين التربة والمطرحة. وقد أوضحت الاختبارات المعملية إن استخدام الهواء له تأثير شبيه بالتزييت

وهو ما يمكن أن يحدث انخفاضاً في القوة المطلوبة للجر ويحسن من أداء التنظيف الذاتي، ولكن هذا قد يتطلب قدره مقدارها ٥ كيلووات من الهواء لتوفير كيلووات واحد من القدرة اللازم للجر[٣٠].

وقد استعملت طرق أخرى لتقليل الاحتكاك عن طريق سطح متحرك لنقل التربة. وقد درس كيومر[١١] تحريك التربة من على المطرحة بواسطة سير محمول على مجموعة من البكرات الخشبية. وفي عام ١٩٥٠، قدم سكروم[٢٢] التطوير الذي تم لمحراث مطرحي من النوع ذي السير للحصول على تنظيف ذاتي في الأراضي الثقيلة في هاواي. ويقوم هذا المحراث بقطع أخدود بعرض ٨١ سم [٣٢ بوصة] ويعمق ٣٣ سنتيمتر [١٣ بوصة] وكان يعمل بسرعة ٤ كيلومتر/ ساعة [٢,٥ ميل/ ساعة]. وقد تم تطوير المحاريث التي تستخدم السيور والبكرات أيضاً في أوروبا. وقد أدى وجود هذه الأجزاء المتحركة وتركيبها إلى وجود مشاكل في التصميم والصيانة.

**٦ ـ ١٤ القوى المؤثرة على بدن المحراث:**

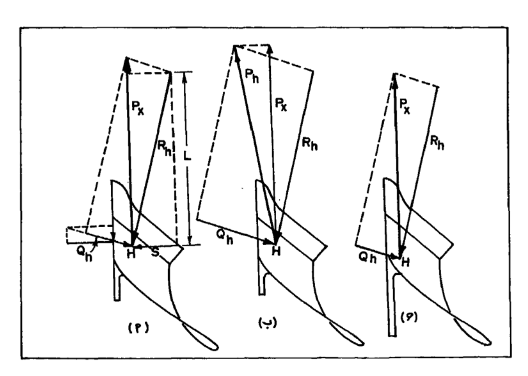
إن القوى النافعة المؤثرة على بدن المحراث هي التي تنتج من عملية القطع، والتفتيت، والدفع، وقلب شريحة التربة. وقوى التربة هذه تعطي دائماً تأثيراً دورانياً على بدن المحراث. والقوى الغير نافعة الأخرى تشمل القوى التي تؤثر على جانب وقاع البدن والمسند (تشمل الاحتكاك)، وأيضاً مقاومة التدحرج للعجلات الحاملة.

وفي المناقشة القادمة سنشير إلى القوة $R$ ومركباتها $L$، $S$، $V$، $R_h$، $R_v$، بعبارة محصلة القوى النافعة. والكمية $Q$ توضح القوى الغير نافعة، بينما الكميات $P_x, P_h, P_v, P$ (قوى الجر) تشتمل على تأثير كل من النوعين النافع وغير النافع من القوى وكذلك قوى الجاذبية المؤثرة على الآلة. وهذه الكميات تم شرحها بتفصيل أكثر في الجزء ٥ ـ ٧ و ٥ ـ ٨.

وعند مناقشة علاقات القوى في آلة حراثة غير متماثلة كالمحراث، فإنه من الأسهل إعطاء أولوية خاصة للمركبات الأفقية والمركبات الموجودة في مستوى رأسي أو مستويات موازية لاتجاه السير، بالرجوع إليها كعلاقات قوى أفقية وعلاقات قوى رأسية . وفي كل حالة فإن مركبات القوى يتم إسقاطها على إحدى المستويات . أما عزوم الازدواج فإنها تعامل معاملة منفصلة .

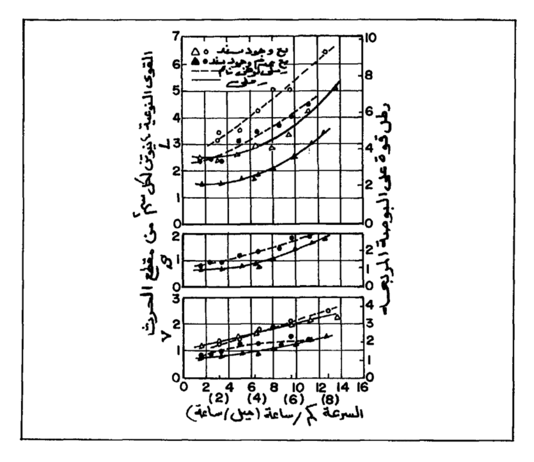
### ٦ ـ ١٥ العلاقات بين القوى الأفقية

شكل (٦ ـ ٨ أ) يوضح الوضع النمطي لـ $R_h$ لمحراث متعدد الأغراض بسلاح في حالة جيدة، وذلك بناء على اختبارات حقلية عديدة تمت بواسطة كلايد(٥) وذلك على مدى واسع من ظروف التربة . ويبين الرسم أن S تكون عبارة عن ٢٤ ٪ من L في هذه الحالة. وقد كانت النسبة S/L من النتائج المتحصل عليها بباحثين آخرين (في




شكل ٦ ـ ٨ الوضع النمطي لـ $R_h$ وعلاقتها بالقوى الجانبية والشد ( أ ) شد في خط مستقيم (ب) شد بزاوية (جـ) وجود مسند طويل (A. W. Clyde[5])

دراسات تم فيها استبعاد المسند ، ولم تشتمل على قوى السكينة القرصية ، مع وجود السكينة القرصية ) كمـا يلي : في رمل[١٩] من ٣٥, ٠ إلى ٤٥, ٠ وفي رمل طميـي[٨]، [١٦]، [١٩] من ٢٥, ٠ إلى ٤٠, ٠ وفي الطيني الطميـي[٦]، [١٣] من ٢, ٠ إلى ٣٠, ٠ .




شكل ٦ ـ ٩ تأثير السرعة على القوى V, S, L لبدن بعرض ٣٦ سم [١٤ بوصة] لمحرات متعدد الأغراض وذلك لاختبارات جرت في صندوق التربة مع وبدون المسند ـ والقوى في حالة وجود المسند لا بد من تعريفها على أنها $P_z, P_x$ بدلاً عن L و V حيث أنهما تشمـلان القوى الغير نافعة . القوى الجانبية لم يتم قياسها في حالة وجود المسند . السكين القرصي كان موجوداً ولكن قواها لم تؤخذ في الاعتبار (J.W. Kandolph and I.F. Reed[19]) .

والتجارب التي أجريت في المختبر القومي لآليات الحراثة، في صندوق التربة، أوضحت أن المركبات الثلاثة لقوى التربة تزيد بزيادة السرعة (شكل ٦ ـ ٩). وكذلك الاختبارات الحقلية على أراضي طينية سلتيه وفي أراضي لومية طينية سلتية عند سرعات تتراوح بسن ٢ , ٣ إلى ١١ كيلومتر/ ساعة [٢ إلى ٧ ميل/ ساعة] (بدون مسند)[١٣] أوضحت معدلات زيادة مماثلة لما تم الحصول عليه في التربة اللومية الرملية الناعمة الموضحة في شكل (٦ ـ ٩) ولكن مع وجود قوى جر نوعية مرتفعة جداً لأن التربة من النوع الثقيل). وفي هذين النوعين من الاختبارات كانت نسب $\frac{S}{L}$ لبدن معين تتغير تغيراً بسيطاً مع السرعة.

وبالرجوع مرة ثانية إلى الشكل (٦ ـ ٨)، عندما تكون المركبة الأفقية للشد تساوي $R_h$ وفي اتجاه مضاد لها، فإنه لا توجد قوة جانبية على المسند، وتكون قوة الجر L ـ . وعندما تكون قوة الشد الأفقية في اتجاه السير ($P_x$ في شكل ٦ ـ ٨ أ) تنشأ تلقائياً قوة غير نافعة على المسند لمعادلة القوة S. وتكون $Q_h$ هي محصلة تلك القوة الجانبية وقوة الاحتكاك المصاحب على المسند. وبفرض قيمة لمعامل الاحتكاك تعادل ٣ , ٠، تكون قوة الشد $P_x$، وفي هذا المثال، أكبر من L (٣ , ٠ × S). ووجود زاوية شد إلى اليسار، كما في شكل (٦ ـ ٨ ب)، يؤدي إلى زيادة في قوة الأرض الجانبية على المسنـد كما أنها تؤدي إلى زيادة أكبر في القوة $P_x$. والزيادة الملاحظة في القوة $P_x$ نتيجة لوجود المسند يعبر عنها بالفرق بين المنحنيين في الرسم العلوي في شكل (٦ ـ ٩). والفروقات الموضحة للتربة الرملية تبدو كبيرة بالمقارنة مع القوى الجانبية.

والتقاطع بين القوة $R_h$ والقوة $Q_h$ عند النقطة H في شكل (٦ ـ ٨) يعبر عن الوضع الأفقي لمركز المقاومة على بدن المحراث. وزيـادة طول المسنـد (شكل ٦ ـ ٨ أ) يحرك $Q_h$ إلى الخلف، وبالتالي يدفع بموقع H إلى المؤخرة. ويلاحظ أيضاً أن H تكون أقرب إلى المسند وذلك لأن خط عمل القوة $R_h$ لا يتغير. وتحميل معظم القوى الجانبية على عجلة الأخدود الخلفية يعطي نفس التأثير. وظروف التربة والعوامل الأخرى تؤدي إلى تفاوت في مكان القوى $R_h$ (و H) عن الموقع الذي تم توضيحه سابقاً[٥] .

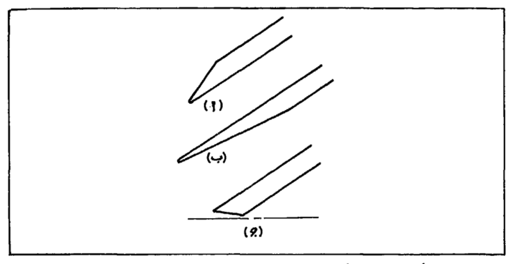
**٦ ـ ١٦ العلاقات بين القوى الرأسية :**

إن بدن المحراث المطرحي في حد ذاته له مركبة رأسية إلى أسفل ناتجة عن القوى النافعة للتربة (سحب). وقيمة القوة V بعلاقتها مع L تتفاوت تفاوتاً واسعاً، نظراً لتأثرها بنوع التربة، ظروف التربة، عمق القطع، شكل مقدمة السلاح والحدية وعوامل أخرى. والاختبارات المذكورة في الفقرة الثانية من الجزء ٦ ـ ١٥ تشير إلى أن القوة V تزيد بزيادة السرعة (شكل ٦ ـ ٩)، ولكن مع قابلية في بعض الأراضي لتخفيض بسيط في نسب $\frac{V}{L}$ كلما زادت السرعة. ومن الاختبارات التي أجريت في صندوق التربة كانت نسب $\frac{V}{L}$ والممثلة في الشكل ٦ ـ ٩ تتراوح بين ٠,٥ إلى ٠,٦ للرمل ومن ٠,٣٥ إلى ٠,٤٠ للرمل الطميي الناعم. والنتائج المدونة من الاختبارات الحقلية في أنواع أراضي مختلفة وظروف مختلفة، مع فرض استخدام سلاح بحالة جيدة، كانت نسب $\frac{V}{L}$ تختلف من ٠,١ إلى ٠,٣ [٥]، [١٨]، [١٣]، [٢٧].

وقابلية اختراق التربة التي تمثلها قيمة القوة V إلى أسفل هي من الخواص الهامة لأسلحة الحراثة. وفي حالة الآليات المعلقة والنصف معلقة فإن القوة V تسهم مباشرة مع الحمل العمودي على العجل الخلفي للجرار وتزيد من الحمل المنقول من العجل الأمامي للعجل الخلفي، الأمر الذي يزيد من مقدرة الجرار على إعطاء قوى أكبر للدفع (انظر الجزء ٨ ـ ١٦).

وفي الأسلحة ذات القمة المتجهة إلى أسفل والممتدة إلى الأمام خلف خط حافة السلاح يكون لها سحب أكبر (قوة V إلى أسفل) من الأسلحة المستقيمة، وخاصة في حالة الحراثة على أعماق بسيطة أو متوسطة، وذلك لأن نقطة رأس السلاح تكون متقدمة وتعمل كالأسفين في التربة أمام السلاح[١٣].

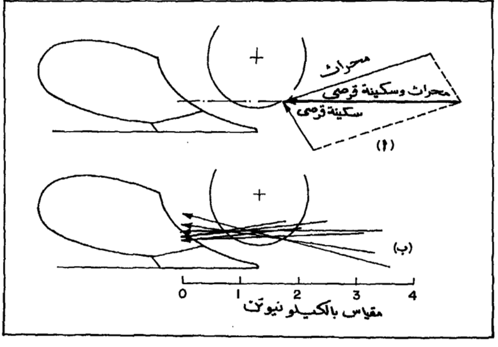
وقـد أوضحت الأختبارات أن الأبـدان ذات الاسلحـة التي تستبعـد عنـد إستهلاكها، وذات الشطب المائل عند قمتها يكون لها قوة سحب رأسية لأسفل V أقل بكثير مقارنة مع الأسلحة ذات الشطب المائل عند قاعدتها[١٣]، [١٦].




**شكل ٦ ـ ١٠ أشكال مقدمة أسلحة جديدة ومتآكلة (أ) جديد ذي شطب علوي (ب) جديد ذي شطب سفلي (جـ) سلاح متآكل.**

وحواف القطع لأسلحة المحراث، وأغلب أسلحة الحراثة الأخرى تتآكل إلى شكل يشبه الوضع في شكل (٦ـ ١٠ جـ)، إذ تصبح مقدمة البـدن أعلى قليلاً عن المؤخرة. وهذا الميل يؤدي إلى انخفاض في القوة V المؤثـرة على بدن المحراث وأيضاً يزيد من كبس التربة نظراً لقوة الدفع إلى أسفل على باطن الأخدود. وتآكل السلاح يمكن أن يقلل من القوة V لبدن المحراث إلى الصفر أو حتى يجعلهـا تؤثر إلى أعلى. فقـد لوحظ فـروقاً من ٤٤٠ إلى ٨٩٠ نيـوتن [١٠٠ إلى ٢٠٠ رطل] بين أسلحة متآكلة وجديدة في بدن بعرض ٣٦ سنتيمتر [١٤ بوصة][٥،١٣،١٦]. وانخفاض القابليـة لاختراق التـربة يكـون وفي أغلب الأحيان هو المقياس للتخلص من سلاح المحراث واستبداله بآخر جديد.

والسكينة القرصية الدوارة هي دائماً في حاجة لقوة دفع إلى داخل التربة مما يعني أن القوة V في هذه الحالة هي في اتجاه إلى أعلى (شكل ٦ ـ ١١ أ) والقوة V للسكينة القرصية والبدن معاً قد تكون إلى أعلى أو إلى أسفل كما هو موضح في الشكل (٦ ـ ١١ ب)، وهذا يعتمد على مقاومة التربة لاختراق السكينة القرصية . وعند الحرث ببدن عرضه ٢٨ سنتيمتر [١١ بوصة] في أرض مزروعة مراعي لمدة ٣ سنوات في تربة طميية رملية رطبة، وجد تانر ودين(٢٧) أن القوة V المؤثرة إلى أعلى على السكينة القرصية كانت تقريباً ضعف القوة V المؤثرة إلى أسفل على بدن المحراث مما أدى إلى قوة محصلة مؤثرة إلى أعلى تعادل ٢٢٠ إلى ٤٤٠ نيوتن [٥٠ إلى ١٠٠ رطل قوة ].




شكل ٦ ـ ١١ (أ) تقسيم القوة $R_v$ الحقيقية (محصلة L و V) بين بدن المحراث والسكين القرصي في حراثة الربيع في أرض مزروعة بنباتات ورطبة (صلبة نوعاً ما). (ب) قيم وموقع القوة $R_v$ ناتجة من اختبارات في مدى واسع من ظروف التربة باستخدام، بدن بعرض ٣٦ , سنتيمتراً [١٤ بوصة] وبعرض ١٧ سنتيمتراً [٧ بوصة] عند سرعة تعادل ٤,٨ كيلومتر / ساعة [٣ ميل / ساعة] ( A. W. Clyde[5] ).

وتتطلب الأرض التي عليها نباتات قوة أكبر لاختراق السكينة القرصية مقارنة مع الأرض التي لا يوجد علهيا نباتات. والقرص الكبير يتطلب قوة أكبر لدفعه في التربة عن القرص الصغير. وعندما تصبح الأرض أكثر جفافاً فـالقوة إلى أعلى المؤثرة على السكين القرصي عادة ما تزيد، بينمـا يتوقـع أن تنخفض القوة V المؤثرة إلى أسفل على بدن المحراث . وفي بعض الأحيان تتم إزالة السكينة القرصية لتحسين اختراق البدن للتربة تحت الـظروف الصعبة ، وفي كثيـر من الأحيان لا يعاد حتى في حالة تحسن الظروف.

### ٦ ـ ١٧ عزوم الازدواج :

بدن المحراث ذو الاتجاه الأيمن يتعرض بشكل عام إلى عزم ازدواج في اتجاه عكس عقارب السـاعة عنـد النظر إليـه من الخلف . وأعلى قيمة دونت بواسطة كلايد(٥) وهي حوالي ٢٢٥ نيوتن. متـر [٢٠٠٠ رطل قـوة ـ بوصـة]. وتعمل السكينة القـرصية على تخفيض هـذا العزم، وفي التـربة الصلبـة ربما تغير اتجاهه ليكون في اتجاه عقـارب السـاعـة (إلى حوالى ١٢٥ نيـوتن . متر [١١٠٠ رطل قوة ـ بوصة]. وفي المحراث الكامل عادة مـا تضاد هـذا التأثيـر الدوراني بالقوى الغير نافعة على عجـل المحراث أو الجـرار أو على الأسطح السفلية لبدن المحراث .

### ٦ ـ ١٨ القوى اللازمة لشد المحراث :

يختلف الجر النوعي للمحاريث اختلافاً كبيراً تحت الظروف المختلفة لأنها تتأثر بعوامل مثل نوع التربة وظروفها ، وسرعة الحرث، وشكل بـدنالمحراث، خصـائص إحتكاك التـربة ـ بـأسطح البـدن ، حديـة وشكل السـلاح ، وعمق الحـرث، وعـرض الأخـدود المقـطوع، وأنـواع الملحقـات، وطـريقـة ضبط المحراث وملحقاته . وقد تم عمل الكثير في تقييم تأثير العـوامل المختلفـة ، كمـا درس العديـد من الأساليب لتخفيض القـوة اللازمـة للشـد . وقـد تمكن

أوكالاهان ومكوى[١٧] من تطوير طريقة رياضيـة للتنبؤ بقوى الشـد تعتمد على معادلة تجريبية لمسارات تحرك التربة. وهذه الطريقـة مشروحـة باختصـار في الجزء ٦ ـ ٢٣.

ويعتبر نوع التربة وظروفها من أهم العوامل التي تساهم في التغيرات في الشـد النوعي. وتتـراوح قيم الشد النـوعي من ١,٤ إلى ٢ نيـوتن/ سنتيمتـر المربع [ ٢ إلى ٣ رطل قوة / بوصة مربعـة ] لأرض رملية وتصل من ١٠ إلى ١٤ نيوتن / سنتيمتر المربع [ ١٥ إلى ٢٠ رطل قوة / بوصة مربعـة ] في أرض ثقيلة. والأرض الرملية أو اللومية السلتية قد يكون لها شد نوعي يتراوح من ٢ إلى ٥ نيوتن / سنتيمتر المربع [ ٣ إلى ٧ رطل قوة / بـوصة مربعـة ] بينمـا تكون ٤ إلى ٨ نيوتن / سنتيمتر المربع [ ٦ إلى ١٢ رطل قوة / بوصة مربعـة ] للأراضي الطينية الطميـة والطينية الثقيلة.

والمحتوي الرطوبي في التربة من العوامل المهمة التي تؤثـر على قـوى الشد ومستوى الأداء. والتربة الجافة تتطلب قدرة عاليـة وتعجل من تـآكل الحـواف القاطعة. وفي قسم الزراعة بالولايات المتحدة (USDA) أجريت تجارب على صندوق التربة وقد وجد أن زيادة نسبة الرطوبة من ٩,١ إلى ١١,٧٪ قد خفض من الشد النوعي في أرض طميية رملية ناعمة من ١٥ إلى ٣٥٪[١٩].

والعوامل الأخرى التي ترجع إلى التربة مثل درجة الكبس ومعاملة الحراثة السابقة ونوع وبقايا المحصول التي تغطي التربة كلها تؤثـر على الشد النـوعي أيضاً. وفي تجارب في قسم الـزراعة للولايـات المتحدة (USDA) وجـد أن الشد زاد بنسبة ١٥ إلى ٣٥٪ وذلك عندما زادت الكثافة الظاهرية لطمي رملي ناعم من ١,٦٨ إلى ١,٨٣[١٩].

### ٦ ـ ١٩ تأثير عمق وعرض القطع :

أوضحت جميع الأدلة المتاحة أن الشد النوعي للحراث عادة ما يقل كلما زاد العمق وذلك إلى نسبة مثلى من عمق / عرض معين وبعد ذلك يزيد الشد النوعي كلما زاد العمق عن ذلك . والنقص الذي يحدث في البداية للشد النوعي مع زيادة العمق هو أمر منطقي لأن القوة الكلية اللازمة للقطع في قاع الأخدود لا تعتمد على العمق. وزيادة الشد النوعي بعد عمق أمثل ربما يرجع جزئياً إلى تراكم التربة نتيجة العمق الكبير على تقوس المطرحة[١٩]. والبدن الذي يستخدم في الحراثة العميقة يكون له مطرحة عالية مقارنة بالنوع العادي. ووجد راندولف وريد أن أقل شد نوعي لعدد من أبدان بعرض ٣٦ سنتيمتراً [١٤ بوصة] كان على عمق يتراوح بين ١٣ إلى ١٨ سنتيمتراً [٥ إلى ٧ بوصة][١٩].

والنتائج التي تم الحصول عليها من اختبارات محدودة على صندوق التربة أوضحت أنه عند نفس الظروف للتربة فإن اختلاف عرض القطع من ٣٠ سنتيمتراً [ ١٢ بوصة ] لبدن محراث إلى ٤٠ سنتيمتراً [ ١٦ بوصة ] ( مع رفع المسند ) يؤدي إلى تأثير بسيط على الشد النوعي على البدن وحده[١٤]. ولكن احتكاك المسند ، وقوة الشد لوجود السكين القرصية، بالإضافة إلى مقاومة الدوران لعجلات المحراث ، والتي لم تكن قد شملت ، قد تغير تغيراً بسيطاً ولذلك فهي قد تؤدي إلى زيادة في قوة الشد النوعي كلما قلَّ عرض القطع . جيتزلاف[٨] وجد في اختبار على بدن بعرض ٢٦ سنتيمتراً أن الشد النوعي زاد عند عرض للقطع أقل من ٢٦ سنتيمتراً .

### ٦ ـ ٢٠ تأثير شكل البدن وتصميمه :

إن شكل المطرحة له تأثير محدد على قوى الشد بالرغم من أن التأثير النسبي يرجع أساساً إلى نوع التربة وظروفها ، السرعة ، وربما عوامل أخرى . وقد قام سوهني[٢٤] بعمل دراسة تفصيلية على الشكل، والسرعة، ونوع التربة وتأثيرها على قوة الشد والأداء. وقد أوضحت النتائج التي تحصل عليها أن

ترتيب مجموعة من أبدان المحاريث على أساس قوة الشد النوعي ربما يختلف كثيراً عند سرعتين مختلفتين أو في أراضي مختلفة. ريد[٢٠] وجد أيضاً أن هناك فرقاً واضحاً في الشد النوعي مع اختلاف نوع بدن المحراث وحتى مع اختلاف شكل البدن في نوع المحاريث متعددة الأغراض. وعموماً فإن الأشكال التي تعطي أحسن تغطية للنباتات أو أعلى درجة تفتيت تكون لها أتجاه لأن تعطي أعلى قوى شد بالرغم من أن العكس ليس صحيحاً بالضرورة.

وشكل حافة السلاح يمكن أن يكون له تأثير كبير على قوة الشد، فقد قام المعمل القومي لآليات الحراثة باختبارات على ثلاثة أشكال لبدن بعرض ٣٦ سنتيمتراً [١٤ بوصة] في أرض طينية وكان يلزم له قوة شد تتراوح من ١,١٨ ، ١,٢٩ و١,٤١ كيلو نيوتن [٢٦٦ ، ٢٩٠ ، ٣١٧ رطل قوة][١٦] عندما يكون جديداً. وقد قارن مورلينغ[١٣] بين ستة أنواع من الأنواع المعروفة في الأسواق ذات أسلحة يمكن استبعادها عند تآكلها باستخدام بدن بعرض ٣٦ سنتيمتراً [١٤ بوصة] في ثلاثة أنواع من التربة. وكان نوع المقدمة ذات السحب العميق (الذي له مقدمة تمتد للأمام)، والسلاح من النوع الغير حاد، وسلاح ذي شطب علوي (شكل ٦ ـ ١١ أ) حيث أعطت زيادة من ١٠ إلى ٢٠٪ في قوى الشد عن النوع الذي استخدم كمرجع ، وهو نوع السلاح ذي انحناء معدل. والسلاح المسطح أعطى ٣ إلى ١٠٪ زيادة في قوى الشد عن النوع المعدل المحدب . وبعض أنواع الأسلحة التي كانت لها قوة شد عالية تتميز في أغلب الأحيان بخواص مطلوبة مثل اختراق جيد أو عمر أطول في الأراضي الصخرية.

والأسلحة المتآكلة قد يكون لها قوة شد أعلى بكثير من الجديدة [٩، ١٦] في بعض الأحيان يكون لها قوة شد مساوية أو أقل بقليل من الجديد [١٣، ١٦] . ويحدث تآكل الأسلحة بطريقة سريعة في أنواع عديدة من التربة ، وعلى وجه الخصوص عندما تكون نسبة الرطوبة منخفضة . وممكن أن يزيد الشد بحوالى ١٥٪ أو أكثر بعد عدة ساعات فقط من العمل في الحقل .

والتغير في التصميم أو نوع المواد التي تستخدم لتخفيض الاحتكاك بين التربة والمعادن توفر إمكانية جيدة لتخفيض القوة اللازمة للشد . ولقد ذكر وايزمر ومساعدوه[٣٠] أن الأحتكاك على سطح المحراث القلاب قد يمثل حوالي ٣٠٪ من قوة الشد الكلية. وقد نوقشت أفكار عديدة لتقليل الاحتكاك في الجزء ٦ ـ ١٣ فيما يتعلق بخاصية التنظيف الذاتي. وهذه تشتمل تغطية السطح المعرض للتربة بمادة التلفون، امداد طبقة هوائية بين التربة والمعدن للتزييت الهوائي، وإستعمال اسطح متحركة لنقل التربة. وكما ذكر في الجزء ٦ ـ ١٣ فإن تغطية بدن المحراث بمادة التغلون أدّى إلى تخفيض في قوة الشد بحوالي ٢٣ ٪ حيث لم يتم تنظيفاً ذاتياً للصلب فيها ، وكان التخفيض بنسبة ١٢ ٪ في تربة تم التنظيف الذاتي لكلا النوعين من البدن .

**٦ ـ ٢١ تأثير الملحقات وعجلة الأخدود الخلفية :**

إن النتائج المتحصل عليها من عدة مصادر[٥، ١٧، ٢٧] أوضحت أن القوة اللازمة لشد السكين القرصي فقد تتراوح بين ١٠ إلى ١٧٪ من مجموع قوى الشد اللازمة للمحراث والسكينة القرصية. وفي الحقيقة لا توجد معلومات متاحة بقدر كافي لتبيين الشد النسبي لمحراث وسكينة قرصية معا مقارنة بالمحراث بدون سكينة قرصية ولكنه من المرجح أن يكون الفرق بسيطاً تحت الظروف العادية.

وفي تجارب استخدمت فيها مكشطة قرصية عرضها ٤٣ سم (١٧ بوصة) ويميل وجهها عن اتجاه السير بزاوية من ١٠ إلى ١٢ درجة ، وقورنت مع تركيبة سكنية قرصية بكشطة على نفس المحراث في ثلاثة أنواع من الأراضي في مختبر آليات الحراثة القومي [٩] . وعند سرعة ٤,٨ كيلومتراً في الساعة [٣ ميل/ ساعة] كانت قوة الشد الكلية للمحراث والمكشطة أقل بحوالي ١٠٪ من قوة الشد في حالة المحراث مع تركيبة السكينة القرصية مع المكشطة. وكان

الفرق حوالي ١٥٪ عند سرعة تعادل ٧,٢ كيلومتراً/ الساعة [٤,٢ ميلاً/ ساعة]. وفي اختبار آخر مع بدنين بعرض ٤١ سنتيمتراً [١٦ بوصة و١٨ بوصة] في أرض طميية رملية وطميية طينية وجد أن استبعاد المكشطة من تركيبة المكشطة مع السكينة القرصية قد خفض القوة اللازمة لشد المحراث بمقدار حوالي ٧٪ [٢] .

وفي اختبارات مقارنة في تربة طميية ، بينت أنه قد يمكن الحصول على تخفيض بحوال ٥ إلى ٧٪ في قوة الشد وذلك بتحميل معظم القوى الجانبية على عجلة الأخدود الخلفي بدلاً عن تحميلها على المسند . والتجارب التي أجريت على صندوق التربة والموضحة نتائجها في الشكل (٦ ـ ٩) أوضحت أن قوة الشد يمكن أن تنخفض بمعدل ٢٠ إلى ٤٠٪ في تربة رملية وبحوالي ٢٠٪ في تربة رملية ناعمة عند استبعاد المسند وأصبحت كل القوى الجانبية محملة على الإطار الذي استخدم في التجارب . وقد تكون نسبة الانخفاض في قوة الشد أقل إذا ما أخذت في الاعتبار القوى اللازمة للسكين.

**٦ ـ ٢٢ تأثير السرعة على قوة الشد وخواص الأداء :**

أجرى مكبين وريد[١٢] تجميع مكثف لنتائج الاختبارات بين قوى الشد والسرعة وقاما بتدوين النتائج بين عامي ١٩١٩ و١٩٤٩ . وقد قاما بإعداد رسومات بيانية تحدد نسبة زيادة قوى الشد كدالة من السرعة مع الأخذ في الاعتبار أن الشد عند السرعة ٤,٨٣ كيلومتر / [٣ ميل / ساعة] يعبر عن ١٠٠٪ في كل حالة. وهذه الاختبارات شملت عدة مئات من التجارب على المحاريث المطرحية، وغالباً على سرعات تتراوح بين ١,٦ إلى ١٣ كيلومتر / ساعة [١ إلى ٨ ميل / ساعة]. كما أجريا تجارب قليلة على المحاريث القرصية وعلى محراث تحت التربة . ويمكن التعبير عن النتائج على المحراث

المطرحي وإلى حد معقول بالعلاقة .

$$Ds / Dr = 0.83 + 0.00730\ S^2 \qquad (٦ - ٢)$$

$$[Ds / Dr = 0.83 + 0.0189\ S^2]$$

بحيث

Dr = قوة الشد عند السرعة الأساسية ٤,٨٣ كيلومتر/ ساعة [٣ميل / ساعة]

Ds = قوة الشد عند السرعة S بنفس وحدات Dr .

S = السرعة بالكيلومتر/ ساعة [ميل / ساعة].

وصورة المعادلة ٦ ـ ٢ تختلف اختلافاً بسيطاً عن المعادلة ٥ ـ ٣ (الجزء ٥ ـ ١٩)، حيث أن المعامل K في المعادلة ٥ ـ ٣ يصبح دالة من Dr (أو دالة عن Do) في المعادلة ٥ ـ ٣ حيث أن $D_o = 0.83\ D_r$ في هذا الحالة).

والمعادلة ٦ ـ ٢ تمثل ظروف متوسطة لمحراث قلاب يمثل الشكل العام للمحاريث ذات الأغراض العامة المستخدمة قبل عام ١٩٤٩ . ولا يمكن تطبيقها على أية حالة معينة ولكن يرد ذكرها لمجرد المعرفة العامة . وهي تبين أن متوسط الزيادة في قوة الشد بين السرعتين ٣,٢ و٦,٤ كيلومتر/ الساعة [٢و٤ ميل/ساعة] كان فقط ٢٥٪ بينما الزيادة بين ٤,٨ و٩,٦ كيلومتر/ ساعة [٦,٣ ميل / ساعة] كان ٥٠٪ وباستخدام أشكال مختلفة للمطرحة و ظروف مختلفة لتربة فإن معدلات الزيادة في الشد تختلف مع السرعة وبالتالي تختلف الثوابت الموجودة في المعادلة ٦ ـ ٢ أو المعادلة ٥ ـ٣. والنتائج التي حصل عليها سوهيبي[٢٤] باستخدام أعداد كبيرة من المحاريث المتاحة في الأسواق قد شملت بعض المحاريث التي يمكن أن تنطبق عليها المعادلة ٦ ـ ٢ بالضبط وبعض الأشكال الأخرى التي تتميز بقدر أقل في زيادة الشد النوعي المقترن بزيادة السرعة .

ومع أن تفتيت التربة قد يزيد بزيادة السرعة فإن هذا ليس هو السبب الحقيقي وراء الزيادة . وقد قارن سوهيني ٤ أنواع عامة من أبدان المحاريث على نوعين من الأراضي عند سرعة ٤,٣٥ كيلومتر/ ساعة و١٢,٢ كيلومتر/ ساعة [ ٢,٧ و ٧,٦ ميل / ساعة ]. وفي إحدى الأراضي كان الاختلاف بسيطاً جداً في التوزيع الحجمي لكتل التربة عند السرعتين ، وفي النوع الآخر كان الفرق ليس بالأهمية . ولكن عند السرعات العليا فإنه يتطلب تصميمات مختلفة للحصول على الأداء المطلوب بدون زيادة كبيرة في قوة الشد .

**٦ ـ ٢٣ التحليل البياني في تصميم بدن المحراث:**

حيث أنه لم يتم تطوير أسلوب لتصميم أشكال مطرحة المحراث اعتماداً على التحليل النظري أو العلاقات الرياضية ، فإن التصميمات الجديدة لأبدان المحاريث تعتمد في العادة على التعديل أو الاشتقاق من المحاريث التي عرف عنها الأداء المرضي . والتحليل البياني لسريان التربة عبر المطرحة يعتبر من الطرق المفيدة للمقارنة بين بدن موجود وآخر مقترح، والتنبؤ ببعض التأثيرات الناتجة عن تغير الشكل . ويمكن تحديد خطوط السريان وذلك من علامات الخدوش التي تحدث عندما يمر بدن المحراث خلال التربة لمسافة قصيرة نسبياً عند سرعة ثابتة بعد برش السطح بطلاء مناسب[٢٣] . وليس من الضروري أن تكون خطوط السريان متشابهة عند سرعات مختلفة .

وتقاس الإحداثيات في ثلاثة اتجاهات لنقاط على طول الخطوط العديدة لسريان التربة وتوضع معادلات تجريبية لكل خط سير. ثم تحدد السرعات والتسارعات من التفاضل الأول والثاني لهذه المعادلات. وقد استخدم الحاسب الآلي للحصول على منحنيات كثيرة الحدود لتناسب الاحداثيات المقاسة لحساب السرعات والتسارع على طول خطوط السريان[٤، ١٧] . ويوفر الحاسب الآلي دقة عالية في التطابق عن الحساب اليدوي كما أنه يسمح بدراسة أعداد أكبر من التصميمات الممكنة .

وبالرغم من أن الفروقات الكمية لهذه العلاقات الرياضية لم تثبت بعد، إلا أن مقارنة النتائج بين المحاريث الموجودة يوفر طريقة للتقييم النوعي أو الوصفي. وعلى سبيل المثال قام كارلسون[٤] بمقارنة بدنين كانت خواص أدائها قد عرفت على عدة سنوات من العمل الحقلي. فكانت معدلات التسارع للبدن اعتبر أفضل في خواص الأداء أكثر تجانساً مقارنة بمثيلتها في البدن الآخر وكانت أقل بكثير عن الجزء الخلفي من المطرحة . وفي الحقيقة، كانت هذه المقارنة تميل إلى تأكيد نتائج الأبحاث السابقة والتي وجدت أن خواص الأداء الجيد يكون للتربة التي لها تسارع متجانس على طول خط السريان .

وقد قام أوكلاهان ومكوّى[١٧] بتطوير طريقة للتنبؤ بقوى الشد المطلوبة لبدن محراث، وذلك بناءاً على معادلات تجريبية لخطوط سريان التربة . وقد اعتبرا القوى المؤثرة على منشور التربة بأبعاد ٢٥ ملليمتر × ٢٥ ملليمتر ممتداً إلى العمق الكامل لطبقة التربة على المطرحة. وقد توصلا إلى معادلات توضح بطريقة منفصلة مكونات الشغل المبذول للتغلب على الاحتكاك، الجاذبية، التسارع والالتصاق وذلك أثناء تحرك هذا المنشور من نقطة إلى أخرى على خط سريان التربة. ومن هذه العلاقات أمكنهم تحديد الشغل الكلي المبذول على هذا المنشور والذي يتحرك على مسار سريان معين من مقدمة البدن وحتى نقطة تركه له. وقد سمحت معادلاتهما أيضاً من تحديد القوى S,V والتي يمكن منها حساب قوى السحب الغير نافعة على المسند وقاع البدن. وقوى الشد الكلية التي تم التنبوء بها بهذه الطريقة جاءت مقاربة إلى حد كبير لنتائج التجارب التي أجريت على تربة طميية رملية .

**٦ ـ ٢٤ أشكال بدن المحراث للسرعات العالية :**

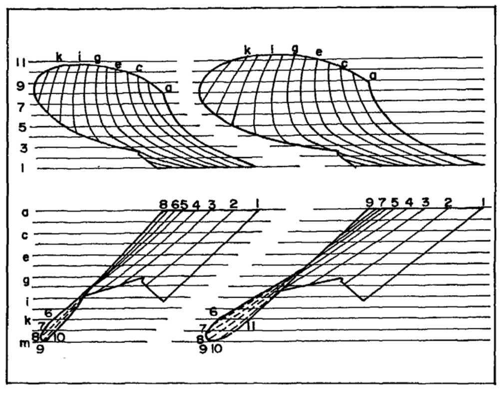
وكخطوة أولى في دراسة أشكال بدن المحراث للسرعات العالية، فقد حدد سوهيني[٢٣] تمثيلات بيانية لأشكال حوالي ٢٥ بدناً لمحاريث موجودة، مستخدماً طريقة التقاطع الضوئي الموصوفة في الجزء (٦ ـ ٩). وقد لاحظ أيضاً خواص أداء هذه الأبدان في الحقل وقام بقياس قوى الشد القفذ الجانبي للتربة كدالة من السرعة. وقد استخدم المعادلة ٥ ـ ٣ (الجزء ٥ ـ ١٩) لتحليل تأثير السرعة على قوة الشد، وقد سمي المعامل K بمعامل مقاومة الحراثة الديناميكي. وقد استنتج من هذه الاختبارات أن أهم معامل يؤثر على قيمة K لأبدان محاريث متعددة هو الزاوية الجانبية لمؤخرة المطرحة. وقد عرف أيضاً عناصر أخرى لبعض الأشكال وحاول ربطها بخواص الأداء، وخاصة، في مجال الحراثة عند سرعات عالية (٨ إلى ١ كيلومتر / ساعة [٥ إلى ٧ ميل / ساعة]). وقد صممت واختبرت عدد من الأبدان التي تعمل على السرعات العالية، وكل تصميم قد بدأ من بدن معروف ومعتمد عند السرعات العادية[٢٥].

وعلى وجه العموم فقد أوضحت دراسة سوهني أن بدن المحراث للسرعات العالية لا بد أن يكون مسطحاً نسبياً وذي استطالة وموجة بحيث أن لا تكون مركبات السرعة الجانبية والرأسية للتربة مرتفعة كثيراً عن مثيلتها في البدن العادي الذي يعمل على سرعات أقل. وللحصول على قلب مرضي للتربة، فلا بد أن تكون المطرحة ملتوية بقدر كبير نسبياً. والالتواء المنتظم من المسند إلى نهاية المطرحة يعطي أداء مرضياً لمدى كبير من السرعات المخفضة مقارنة بمطرحة يكون فيها القدر الأكبر من الألتواء عند نهايتها. وحافة المطرحة لا بد أن تكون مرتفعة في اتجاه جانب الأخدود عن ما هو عليه في الأبدان العادية والتالية لا تتبعثر التربة عليه عند السرعات المرتفعة.

وشكل ٦ ـ ١٢ يعطي مقارنة بين شكلين لبدنين متشابهين صممت لسرعات ٣,٥ كيلومتر / ساعة و٨ كيلومتر / الساعة [٣,٣ ميل / ساعة و٥

ميل / ساعة]. والجدول التالي يبين قيمة أهم المعايير التي اعتبرها سوهيني لشكل البدن.

| | تثربدن عادي | بدن لسرعات عالية |
|---|---|---|
| السرعة كيلو متر / الساعة [ميل / الساعة | ٥,٣ [٣,٣] | ٨,٠ [٥,٠] |
| عرض التشغيل، سنتيمتر [بوصة] | ٣٠ [١٢] | ٣٠ [١٢] |
| عمق التشغيل، سنتيمتر [بوصة] | ٢٢ [٨,٧] | ٢٢ [٨,٧] |
| أقصى إرتفاع للمطرحة، سنتيمتر [بوصة] | ٣٥ [١٣,٨] | ٤٠ [١٥,٨] |
| زاوية مقدمة السلاح (بين حافة السلاح وخط السير)، درجات | ٤٣ | ٣٧ |
| زاوية رفع السلاح عند مقدمة السلاح، درجات | ٢٢ | ١٧ |
| زاوية السلاح عند النهاية الخلفية، درجات | ١٨ | ١٣ |
| زاوية الاتجاه العرضي على خط الكنتور رقم ٦ | | |
| عند مقدمة المطرحة، درجات | ٤٣ | ٣٧ |
| عند مؤخرة المطرحة، درجات | ٤٠ | ٢٦ |




**شكل ٦ ـ ١٢ خطوط الكنتور لبدن المحراث العادي الذي يعمل بطريقة جيدة عند السرعة ٥,٣ كيلومتر / ساعة [ ٣,٣ ميل ساعة] (لليسار) وكذلك الشكل المطر منها للسرعات ٨ كيلومتر / ساعة [٥ ميل / ساعة] (لليمين) وكل خط كنتور هو مسقط من مستوى معرف بنفس الرقم أو الحرف في المنظر المقابل (W. Soehane and R. Moller [25]).**

وبالمقارنة مع بدن محراث عادي يعمل على سرعة ٤,٨ إلى ٥,٦ كيلومتر/ ساعة [٣ إلى ٣,٥ ميل/ ساعة]، فإن بدن السرعات العالية والذي يعمل على سرعات العادية لا بد من تصميمه لإنتاج نفس الكمية من القلب والتفتيت للتربة مع اختلاف قليل في شكل الأخدود أو قوة الشد. ولتأمين تفتيت مقبول للتربة، فإن زاوية مقدمة السلاح، زوايا رفع السلاح، زاوية الاتجاه العرضي عند مقدمة المطرحة يجب أن تخفض فقط بدرجة قليلة(٢٥).



1 - ASHBY, W.A. method of comparing plow bottom shapes. Agr. Eng., 12:411 - 412; Nov., 1931.
2 - ASHBY, W., I.F. REED, and A.H. GLAVES. Progress report on draft of plows used for corn borer control (mimeographed). USDA Bur. Agr. Eng. ,1932.
3 - BACON, C. A. Plow bottom design. ASAE Trans., 12:26 - 42, 1918.
4 - CARLSON, E, C. Plows and computers. Agr. Eng., 42:292 - 295, 307, June, 1961.
5 - CLYDE. A. W. Technical features of tillage tools. Pennsylvania Agr. Expt. Sta. Bull. 465. (Part 2; 1944.
6 - COOPER, A. W., and W.F. McCREERY. Plastic surfaces for tillage tools. ASAE Paper 61 - 649. Dec., 1961.
7 - DONER, R. D. , and M.L.NICOLS The dynamic properties of soil: V. Dynamics of soil on plow moldboard surfaces related to scouring. Agr. Eng., 15:9 - 13, Jan Jan., 1934.
8 - GETZLAFF, G. E. Comparative studies on the forces acting on standard plow bodies. Grundl. Landtech., Heft 5:16 - 35, 1953. NAIE transl. 6.
9 - GILL, W.R., and G.E. VANDEN BERG. Soil Dynamics in Tillage and Traction, PP. 171-181, 221. 246-248, 316-318,. USDA Agr. Handbook No. 316, 1967.
10 - JOHNSON, O. E, Design factors in a spring - trip beam assembley for moldboard plows. Discussions by W.H. Silver and R. W. Wilson. Trans. ASAE, 3(2):61 - 65. 1960.
11 - KUMMER, F.A. The dynamic properties of soil: VIII. The effect of certain experimental plow shapes and materials on scouring in heavy clay soils. Agr. Eng.. 20:111 - 114, Mar. 1939.
12 - McKIBBEN, E.G., and I.F.REED. The influence of speed on the performance characteristics of implemants Paper presented at SAE National Tractor Meeting, Sept., 1952.
13 - MORLING, R.W. Soil force analysis as applied to tillage equipment. ASAE Paper 63 - 149, June, 1963.
14 - NICHOLS, M.L., and T.H.KUMMER. The dynamics properties of soils: IV. A

method of analysis of plow moldboard design based upon dynamic properties of soil. Agr. Eng., 13:279 - 285, Nov. ,1932.

15 - NICHOLS, M. L., and I.F. REED. Soil Soil dynamics: VI. Physical reactions of soils to moldboard surfaces. Agr. Eng. ,15:187 - 190. June. 1934.

16 - NIVHOLS. M. REED, and C.A. REAVES. Soil reaction: to plow share design. Agr. Eng. 39:336 - 339, June, 1958.

17 - O'CALLAGHAN, J.R., and J.G.McCOY. The handing of soil by mouldboard ploughs . J.Agr. Eng. Res. ,10:23 - 25, 1965.

18 - PAYNE, P.C. J., and E.R. FOUNTAINE. The mechanism of scouring for cultivation implements. NIAE Tech. Memo. 116, 1954.

19 - RANDOLPH, J. W., and I. F. REED. Tests of tillage tools: II. Effects of several factors on the reactions of fourteen - inch moldboard plows. Agr. Eng., 19:29 - 33. Jan., 1938.

20 - REED,I.F. Tests of tillage tools:III. Effect of shape on the draft of 14 - inch moldboard plow bottoms. Agr. Eng., 22:101 - 104, Mar., 1941.

21 - RICHEY, C. B. Design and development of a semimounted reversible plow. Trans. ASAE, 12(4):519 - 521, 1969.

22 - SKROMME, A.B. A belt moldboard plow. Agr. Eng. ,31:387 - 390, Aug., 1950.

23 - SOEHNE, W. Investigations on the shape of plough bodies for high speeds. Grundl. Landtech.. Heft 11:22 - 39, 1959. NIAE transl. 87.

24 - SOEHNE, W. Suiting the plough body shape to higher speeds. Gruncl. Landtech., Heft 12:51 - 62, 1960. NIAE transl. 101.

25 - SOEHNE, W., and R. MO. the design of mouldboards with particular reference to high - speed ploughing. Grudl. Landtech., Heft. 15:15 - 27, 1962. NIAE transl. 146.

26 - SPOOR, G. Design of soil engaging implements. Farm Machine Des. Eng., 3:22 - 25, 28, Sept., 1969.

27 - TANNER, D. W. and J.R. R. DEAN. The soil forces acting on the body and on the disc coulter of a plough. J. Agr. Eng. Res. 8:194 - 201, 1963.

28 - TRIBBLE, R. T. The «Teflon» - covered moldboard plow. ASAE Paper 58 - 615. Dec., 1958.

29 - WHITE, E. A. A study of the plow bottom and its action upon the furrow slice. ASAE Trans., 12:42 - 50, 1918.

30 - WISMER, R. D., E. L. WEGSCHEID, H. J. LUTH, and B.E. Romig. Energy application in tillage and earthmoving. SAE Trans., 77:2486 - 2494, 1968.

# مسائــــل

٦ ـ ١ أ ـ احسب نسبة الزيادة المئوية في قوة الشد Px إذا كانت المركبة الأفقية للشد على زاوية ١٠ درجة من اتجاه السير بدلاً من وجودها متجهة إلى الأمام (شكل ٦ ـ ٨ ب بالمقارنة مع أ). افترض Rh على زاوية ١٢ درجات من اتجاه السير ومعامل الاحتكاك على المسند يعادل ٣٣, ٠.

ب ـ احسب نسبة الزيادة في القوة المتولدة على المسند؟ يقترح حلها بيانياً مع مقياس رسم على الأقل ٤ مرات المستخدم في شكل ٦ ـ ٨.

٦ ـ ٢ : إذا كانت قوة الشد الكلية لمحراث مطرحي ذو أربع أبدان عرض كل منها ٤١ سنتيمتر يحرث على عمق ١٨ سم وعلى سرعة ٦ كم / ساعة هي ١٥ كيلو نيوتن.

أ ـ احسب الشد النوعي بالنيوتن لكل سنتيمتر مربع.

ب ـ احسب القدرة المطلوبة.

جـ ـ لو كانت الكفاءة الحقلية تعادل ٧٥ ٪ . . احسب معدل العمل بالهكتار في الساعة؟

٦ ـ ٣: محراث مطرحي ذو أربع أبدان وعرض البدن ٣٦ سنتيمتراً يعمل على عمق ١٨ سم في أرض لها شد نوعي ٥ نيوتن/ سنتيمتر مربع عند

سـرعـة ٤,٨٣ كم / سـاعـة . . والكفـاءة الحقليـة ٨٠٪ ومـطلوب حراثة ١٢٥ هكتار/سنة. افترض أن العلاقة بين قوة الشد والسرعة يعبر عنها بالمعـادلة ٦ ـ٢ في هـذه الحالـة. والتكاليف الكليـة للمحراث (التكاليف الثابتة مضاف إليها تجديد السلاح والإصلاحات الأخرى) تعادل ٥ دولارات لكل هكتار ولا تعتمد على السرعة، وتكاليف الطاقة هي ١٦ سنت لكل كيلووات ـ ساعة على عمود الجر الخلفي. وتكاليف العمالة تعادل ٣,٥ دولار/ ساعة.

أ ـ احسب السعة الحقلية الفعلية (هكتار/ساعة) كـدالة من السـرعة (كم / ساعة).

ب ـ حدد أنسب سرعة اقتصادية (أقل تكلفـة للهكتار) للحـراثة تحت الظروف المشروحة بعالية. اقتراحات الحل : أوجد علاقة جبرية بين السرعة والتكاليف لكل هكتار ، وبعد ذلـك فاضـل العلاقـة لتحصل على أقل تكاليف .

جـ ـ كيف يمكن أن تغير هذه السرعة بزيادة سعـر العمالـة؟ أو بزيـادة سعر الطاقة؟ أو بنقص المساحة المحروثة بالهكتار / السنة ؟

# الباب السابع
# الآليات القرصية

# الباب السابع
# الآليات القرصية

### ٧ ـ ١ مقدمة :

تحتل الأمشاط القرصية مكانة متقاربة من المحاريث القلابة المطرحية من حيث أهميتها في عمليات الحراثة في الولايات المتحدة . وتستعمل الأمشاط القرصية القوية في الحراثة الابتدائية وكذلك في مقاومة الحشائش وتقطيع وخلط النباتات المتخلفة في التربة أو قلب بقايا المحاصيل . وتستخدم الوحدات الخفيفة منها في إعداد مرقد البذرة بعد الحراثة .

وقد انخفضت شعبية المحراث القرصي بشدة منذ عام ١٩٥٠ م وكانت المبيعات الداخلية في الولايات المتحدة في المتوسط حوالي ٣٠٠٠ محراث قرصي قياسي و ١٣٠٠٠ محراث قرصي رأسي في السنة، وذلك من عام ١٩٥٠ حتى عام ١٩٥٤[١١]، ولكن بلغت جملة المبيعات السنوية من عام ١٩٧١ وحتى عام ١٩٧٥ م في المتوسط حوالي فقط ١٠٠٠ محراث قرصي قياس و١٥٠٠ محراث قرصي رأسي[١]. وبمقارنة المبيعات للمشط القرصي خلال الأعوام ١٩٧١ ـ ١٩٧٥ بلغت في المتوسط حوالي ١٠٠,٠٠٠ وحدة في السنة، والمحراث المطرحي بلغت مبيعاته في المتوسط حوالي ٥٠,٠٠٠ وحدة في العام الواحد[١].

والأسلحة المركبة على الأمشاط القرصية والمحاريث القرصية تكون

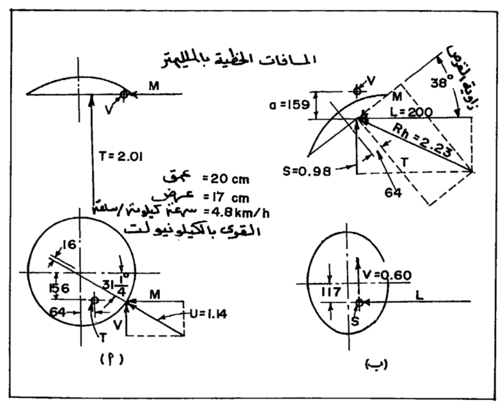
مقعرة وتمثل عادة قطاع من كرة مجوفة. وفعل القرص المقعر يشبه بشكل ما فعل المحراث المطرحي في التربة من حيث الرفع ، والتفتيت ، والقلب ، والإزاحة على أحد الجوانب. والمحاريث القرصية تحرك كل شرائح التربة في اتجاه نفس الجانب، بينما الأمشاط القرصية التي تحتوي على وحدات متعاكسة الوضع تحرك التربة في اتجاهات متقابلة.

والآليات المتعددة الأقراص تترك أخدوداً له شكل قاع مموج. والارتفاع النظري للأرض الغير محروثة فوق أكثر النقط انخفاضاً في الأخدود يتناسب مباشرة مع مقدار للمسافات بين الأقراص وتتناسب عكسياً مع قطر القرص، كذلك مع الزاوية بين وجه القرص واتجاه السير[١٣،٥] . وعملياً فإن الأجزاء العليا لهذه التموجات قد تنكسر كلما تحركت عليها التربة المجاورة لها .

والآليات القرصية يمكن أن تقطع خلال بقايا المحاصيل، ويمكن أن تدور على الجذور والعوائق الأخرى ويمكن أن تعمل في أراضي لها خاصية الالتصاق باستخدام مقشطة. وهي لا تعطي تغطية كاملة لبقايا النباتات، وقد تكون هذه ميزة أو عيب، وذلك يعتمد على أهداف الحراثة.

### ٧ ـ ٢ تمثيل القوى المؤثرة على الأسلحة القرصية:

يمكن تمثيل التأثير النهائي لجميع القوى المؤثرة على الأسلحة القرصية والناتجة من تأثير عمليات القطع والتفتيت ورفع وقلب الأرض المقطوعة من الأخدود، بالإضافة إلى أي قوى غير مفيدة مؤثرة على القرص بإحدى الطرق العديدة المعروفة : ففي (شكل ٧ ـ ١ أ) يمثل تأثير المحصلة بقوتين غير متقاطعتين، إحداهما قوة محورية (عمودية) T ، موازية لمحور القرص، والثانية قوة قطرية U . وهذه الطريقة لها مميزات في حساب الأحمال على دعائم كراسي القرص ، ( انظر المرجع رقم ٢ لوصف الطريقة ). ودائماً ما تكون القوة المحورية تحت خط مركز القرص ، ذلك لأن التربة تؤثر على الجزء




**شكل ٧ ـ ١ مثال على محصلة قوى التربة المؤثرة على قرص رأسي بعرض ٦١ سنتيمتر [ ٢٤ بوصة ] تحت ظروف حقلية في تربة طميية سلتية ، والتأثير الكلي ممثل بقوتين غير متقاطعتين : أ ـ قوة محورية T علاوة على قوة قطرية U . ب ـ قوة أفقية $R_h$ وقوة رأسية V . (A. W. Clyde[3])** .

الأسفل من وجه القرص . والقوى القطرية ، والتي تشمل القوة الرأسية على سلاح القرص ، يجب أن تمر خلف خط مركز القرص بمسافة قليلة لتعطي العزم اللازم للتغلب على الاحتكاك في كراسي المحاور ، وبذلك تسبب دوران القرص .

ويمكن التعبير أيضاً عن تأثير المحصلة بأي الطرق الموضحة في شكل (٥ ـ ١) التي تعتمد على مركبات القوى الطولية والجانبية والرأسية، VوS, L بالإمافة الى محصلات هذه القوى. وهذه الطريقة لتمثيل القوى كما هي مبينة في الشكل ( ٧ ـ ١ ب ) تعتبر أكثر فائدة من الطريقة الأخرى عندما يؤخذ في

الاعتبار تأثيرات قوى التربة على الآلة كوحدة متكاملة . ففي شكل ( ٧ - ١ ب ) تدمج المركبات L و S في محصلة أفقية $R_h$ وبالتالي فإن التأثير الكلي يمثل بقوتين غير متقاطعتين V و $R_h$ ( كما هو موضح في شكل ٥ - ١ أ ) . ولأن هاتين القوتين لا تتقاطعان فإنهما يولدان عزم التواء Va ينتج عنه تأثير لدوران الآلة حول محور السير الأمامي ( المسافة (a) معرفة في الشكل ٧ - ١ ب ). وعزم الازدواج هذا هو دائماً في اتجاه عقرب الساعة في المحاريث القرصية اليمينية كما ينظر إليها من الخلف ، وهو بالتالي عكس التأثير الملاحظ على المحراث المطرحي بدون سكينة قرصية .

والقوى الموضحة في شكل (٧ - ١ أ) ممكن الحصول عليها من القوى الموضحة في شكل (٧ - ١ ب) (والعكس صحيح) وذلك بالتطبيق الصحيح لمبادىء الاستاتيكا. وبالرغم من أن القيم العددية الموضحة في شكل (٧ - ١) هي لقرص مركب على محراث قرصي رأسي ، فإن نفس الطريقتين يمكن تطبيقهما على الأقراص المائلة في المحراث القرصي القياسي أو على الأقراص في الأمشاط القرصية .

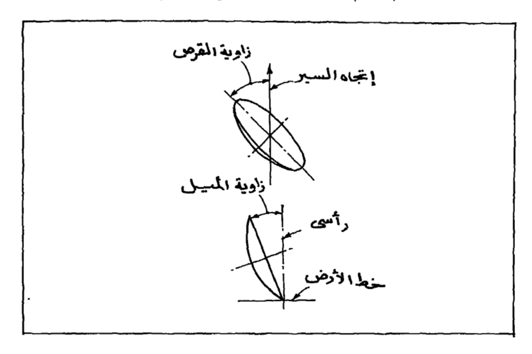
# المحاريث القرصـــية

## ٧ ـ ٣ المحاريث القرصية القياسية :

يتكون المحراث القرصي القياسي من مجموعة من الأسلحة القرصية المائلة والمركبة كل على حدة على التوالي على إطار محمول على عجلات. والمحراث القرصي المعلق على الجرار له عجلة أخدود فقط. والمحراث القرصي هو أنسب الأنواع تحت الظروف التي لا يكون فيها أداء المحراث المطرحي مرضي، كما هو الحال في الأرض الصلبة، والجافة، وفي حالة الأراضي التي لها خاصية الالتصاق (اللزجة)، حيث لا يعمل فيها المحراث المطرحي ، وكذلك في أنواع الأراضي المفككة أو التي تحتوي على حشائش كثيفة أو الأراضي العضوية . والمحراث المطرحي ، إذا ما توفرت في الأراضي ظروف رطوبية حيث يعمل بطريقة مرضية ، يعطي أداءً أفضل من المحراث القرصي وتكون قوى الشد اللازمة له أقل .

والمحاريث القرصية القياسية لها من ٣ إلى ٦ أبدان توضع على مسافات لتقطع الأرض بعرض يتراوح من ٨ إلى ٣٠ سنتيمتراً [٧ إلى ١٢ بوصة] لكل قرص. والأقراص تكون مائلة إلى الخلف بزاوية تتراوح بين ١٥ إلى درجة مع الخط الرأسي (زاوية ميل موضحة في شكل ٧ ـ ٢)، وتعمل عادة بحيث يكون القطر الأفقي لوجه القرص بزاوية تتراوح بين ٤٢ إلى ٤٥ درجة مع خط اتجاه السير (زاوية القرص، شكل ٧ ـ ٢). وقطر القرص عادة ما يكون من ٦١ إلى

٧١ سنتيمتراً [٢٤ إلى ٢٨ بوصة]. ويركب على القرص ، في العادة مكشطة كمتطلب لجميع المحاريث القرصية القياسية. وهذه المكشطة تساعد على تغطية النباتات وعدم تراكم التربة على القرص في الأراضي اللزجة.

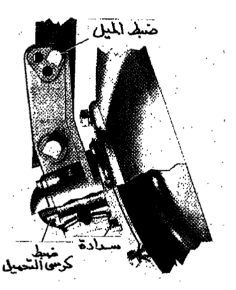



**شكل ٧ ـ ٢ تعريف زاوية الميل وزاوية القرص لمحراث قرصي.**

والمحراث القرصي ذو الاتجاهين (عادة إما معلقاً أو شبه معلق ) يكون له تركيبة بحيث تسمح بعكس زاوية القرص عند كل من نهاية الحقل للحصول على حرث في اتجاه واحد .

وتحت أغلب الظروف ، وخاصة في الأراضي الصلبة والجافة ، لا بد من أن يتم دفع أي سلاح قرصي في التربة بتأثير الجاذبية على كتلة القرص بدلاً من الاعتماد على السحب إلى أسفل كما هو الحال في المحراث المطرحي. وبالتالي فإن المحراث القرصي القياسي يتم صنعه بحيث يكون الإطار ثقيل وكذلك العجلات ( كتلة كلية تتراوح بين ١٨٠ إلى ٥٤٠

كيلوجـرام [٤٠٠ إلى ١٢٠٠ رطـل] لكـل بـدن)، ومـع ذلـك قـد يكـون من الضروري إضافة أوزان في بعض الحالات . وبينما يمتص المحراث المطرحي القوى الجانبية المؤثرة عليها اساساً خلال المسند، فإن المحراث القرصي يعتمد على عجلاته في تحمل هذه القوى. ونتيجة لوجود قوى محورية كبيرة غير مركزية، فإن القرص يدعم من خلال كراسي تحميل مضادةللاحتكاك، والتي عادة ما تكون كراسي تحميل ذات اسطوانات مستدقة .




**شكل ٧ ـ ٣ كرسي تحميل ذي اسطوانات مستدقة يستخدم لدعم القرص على محراث قرصي قياسي(courtesy of international Harvester Co.)**

**٧ ـ ٤ المحاريث القرصية الرأسية :**

يعرف المحراث القرصي الرأسي أيضـاً بعدة أسـماء، وهي قرص ذو اتجـاه واحد أو قرص حراثة أو مشط حراثة أو محراث أراضي القمح . وهو يشابه النوع المقـطور من المحراث القـرصي القياسي فيـما يختص بالإطـار والعجلات وطـريقة التحكم في العمق، ولكن الأقـراص تثبت على مسافـات متساويـة على محور موحد أو وحدات توصل مع بعض بواسطة مسامير وماسكات مع استخدام جلب لضبط المسافات، وبالتالي تسمح بأن الوحدة كلها تدور حول نفسها (كما في

المشط القرصي). وهذه الآلة تستخدم في منطقة السهول العظمى Great Plains وأيضاً في مناطق زراعة الحبوب للحراثة غير العميقة (تتراوح عادة بين ٨ إلى ١٠ سنتيمتر [٣ إلى بوصة ] وكذلك في خلط النباتات الخضراء مع التربة.

وأقراص المحراث القرصي الرأسي تكون عادة أصغر من أقراص المحراث القياسي وطول القطر المستخدم في أغلب الأحيان يتراوح بين ٥١ إلى ٦١ سنتيمتر [٢٠ إلى ٢٤ بوصة] والمسافات بين الأقراص، فهي عادة تتراوح بين ٢٠ إلى ٢٥ سنتيمتر [٨ إلى ١٠ بوصة] على طول محور الوحدة. وعرض القطع لكل قرص يعتمد على المسافة بين الأقراص والزاوية (وهي يمكن ضبطها ) بين محور المجموعة واتجاه السير. وزاوية القرص تتراوح بين ٣٥ إلى ٥٥ درجة، والأكثر شيوعاً هي الزوايا ما بين ٤٠ إلى ٤٥ درجة.

وعرض القطع التي يمكن الحصول عليها من المحاريث القرصية الرأسية والمتعددة المقاسات يتراوح بين ٢ إلى ٦ أمتار [٢٠ إلى ٦٠ قدم]. وبعض المحاريث الكبيرة الحجم تحتوي على عدة وحدات متصلة على خط مع وصلة عامة قابلة للتحرك. وحيث أن المحراث القرصي الرأسي يستخدم عادة في الحراثة غير العميقة فإنه يكون أقل وزناً بكثير من المحراث القرصي القياسي (عادة ما تكون بين ٤٥ إلى ٩٠ كيلوجرام [١٠٠ إلى ٢٠٠ رطل] لكل قرص).

**٧ ـ ٥ ردود فعل التربة على أقرص المحراث :**

لقد دُرِس تأثير العوامل المختلفة التي تؤثر على تفاعلات التربة في مجموعة من الاختبارات تحت ظروف متحكم فيها بعناية في المختبر القومي لآليات الحراث[٦]. وقد استخدم في ذلك نوعين من التربة، إحداهما تربة طميية طينية ثقيلة جداً عند محتويات رطوبية من ١٤,٩ إلى ١٧,٦٪، والأخرى تربة طميية رملية ناعمة عند رطوبة ٨,٥ إلى ١٠,٧٪. وأجريت معظم الاختبارات على محراث قرصى ٦٦ سنتيمتر [٢٦ بوصة] وله تقوس بنصف

قطره ٥٦,٩ سنتيمتر [٢٢,٤ بوصة]. والنتائج التي تم التحصل عليها من هذه الاختبارات شملت قيم V,S,L والقوة المحورية المحسوبة T، ولكنها لم توضح قيماً للمسافة (a) أو قيمة عزم الأزدواج المصاحب. فقد أوضح كلايد في اختبارات حقلية استخدم فيها مقياس الحراثة التابع لجامعة ولاية بنسلفانيا، أن قيمة العزم Va لمحراث قرصي تراوحت عادة بين ١٢٥ إلى ٢١٥ نيوتن. متر [١١٠٠ إلى ١٩٠٠ رطل قوة. بوصة] (وكانت دائماً في اتجاه عقرب الساعة لقرص أيمن)[٣].

وقد تم تحديد تأثير السرعة لزاوية قرص قدرها ٤٥°، مع زاوية ميل تتراوح من ١٨ إلى ٢٠ درجة، ولعمق ١٥ سنتيمتر [٦ بوصة] وعرضين للقطع هما ١٨ سنتيمتر و٢٣ سنتيمتر [٧ بوصة و٩ بوصة][٦]. وعندما زادت السرعة من ٤,٨ كيلومتر/ ساعة إلى ٩,٦ كيلومتر / ساعة [٣ ميل /ساعة إلى ٦ ميل / ساعة] زادت القوة اللازمة للشد L بمعدل ٤٠٪ في التربة الطميية الطينية و٩٠٪ في التربة الطمية الرملية الناعمة. وكان معدل التزايد في التربة الطميية الطينية أقل قليلاً من المعدل المتوسط للمحاريث المطرحية الذي وضح في الجزء ٦ ـ ٢٢. والقوة الجانبية S أيضاً زادت مع السرعة لأن التربة كانت تلقى جانباً لمسافة أكبر.

والقوة الرأسية V المتجهة إلى أعلى تناقصت أيضاً مع زيادة السرعة. وبالتالي، مع إمالة السلاح، فإن زيادة السرعة قد تحسن من المقدرة على اختراق التربة تحت تلك الظروف للتربة. والاختبارات التي أجريت بواسطة باحثين آخرين قد أشارت إلى أنه عندما يكون السلاح رأسياً، فإن التأثير يكون عسكياً، إذ تتناقص المقدرة على اختراق التربة عند السرعات العالية.

وتأثير زاوية القرص مبينة لنوعين من الأراضي، وعلى زاويتي ميل، موضح في المنحنيين (أ) و (ب) من شكل ٧ ـ ٤. لاحظ أنه في هذه الاختبارات كانت

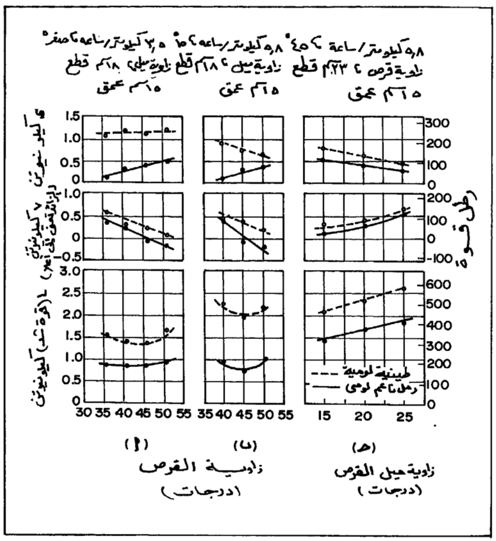
القوة اللازمة للشد أقل ما يكون في كل حالة عند زاوية قرص حوالي ٤٥ درجة. والزيادة في قوة الشد عند زوايا أكبر ربما ترجع جزئياً إلى الزيادة في بعثرة التربة. وعند زوايا أصغر للقرص فإن قوة الشد تميل إلى الزيادة، وذلك لزيادة مساحة سطح الاتصال بين حائط الأخدود والجزء الخلفي المحدب من القرص. وزيادة التلامس هذه وضحت أيضاً بانخفاض في القوى الجانبية التي تم قياسها عند زوايا صغيرة، وخاصة في تربة طميية رملية ناعمة. وقد تحسن الاختراق في التربة بزيادة زاوية القرص الانخفاض الملحوظ في القوى الرأسية V .

وزيادة زاوية ميل القرص في المدى من ١٥ إلى ٢٥ درجة، وهو مجال عادة ما يوجد في المحراث القرصي، تزيد من قوة الشد والقوة الرأسية إلى أعلى، ولكن يخفض من القوة الجانبية المقاسة ( شكل ٧ ـ ٤ جـ). وبالتالي فإن الاختراق يتحسن عند زاوية ميل أقل .

وقد وجد أيضاً في الاختبارات التي أجريت في مختبر الـ USDA أن زيادة تقعر القرص ( أي نصف قطر تقوس صغير ) زاد من القوى الرأسية إلى أعلى، وخاصة في الأراضي الأثقل وتميل إلى زيادة قوة الشد. وفي اختبارات مقارنة بقرصين قطرهما ٥١ سنتيمتر و٦٦ سنتيمتر [٢٠ بوصة و٢٦ بوصة] عند زاوية قرص ٤٥° درجة كان الأفضل هو القرص الأكبر فيما يتعلق بقوى الشد اللازمة ومقدرة الاختلاق وذلك عندما كانت الأقراص رأسية، ولكن كان القرص الأصغر هو الأفضل عند زاوية ميل قدرها ١٩°.

وقد دلت إختبارات USDA أن نوع التربة وحالتها لهما التأثير الأكبر على ردود فعل التربة، كما هو موضح في النتائج المعروضة في شكل (٧ ـ ٤) على النوعين من الأراضي. ولا بد أن نعرف أن هذه النتائج قد تم الحصول

عليها في أرض معدة إعداداً جيداً ودقيقاً، ولم تتعرض لتأثير النباتات النامية ولا للظروف البيئية الحقلية الأخرى.




شكل ٧ ـ ٤ ردود فعل التربة مع زاوية القرص وزاوية الميل لقرص له قطر ٦٦ سنتيمتر [٢٦ بوصة] ونصف قطر تكور ٥٦,٩ سنتيمتر [٢٢,٤ بوصة] (E. D. Gordon[6]) .

والاختبارات الحقلية على محراث قرصي بقطر ٦١ سنتيمتر [٢٤ بوصة] في نوعين من الأراضي في استراليا[١٢]، أعطت علاقات بين القوى S,V مع زوايا قرص مختلفة، كذلك للقوة S مع زوايا للميل مشابهة لتلك المعروضة في

الشكـل ٧ ـ ٤ . وعند التشغيـل على عمق ٩ سنتيمتر [٣,٥ بـوصة] في تـربة طمية طينية رملية زادت القوة L تقريباً خطياً بين زاوية قرص ٣٢,٥ درجة و٥٥ درجة. وعلى تجارب أجريت على عمق ١٣ سنتيمتر [٥ بوصة] في تربة طينية سلتية زادت L مع زيادة زاوية القرص عندما كان عرض القطع ٢٠ سنتيمتر [٨ بوصة]، وتناقصت مع عرض قطع ١٠ سنتيمتر [٤ بوصة]، وبقيت ثابتة عندما كان عرض القطع ١٥ سنتيمتر [٦ بوصة].

**٧ ـ ٦ ضبط المحاريث القرصية:**

في بعض المحـاريث القرصيـة يمكن تغيير عـرض القطع لكـل قـرص بـدوران كـل الإطـار في المستـوى الأفقي مـع ضبط العجـلات لتعـويض التغيير الذي حدث على زاوية الإطار. وتقليل عرض القطع بهذه الطريقة يقلل من الشـد الكلي. ويتحسن الاختراق في الأراضي الصلبـة لأن القوى الكليـة للجاذبية المؤثرة على الآلة تتوزع على مسافة قطع ضيقة، وأيضاً لأن الـزيادة المصاحبة لذلك في زاوية القرص تقلل من قـوة V إلى أعلى كما وضـح في (شكل ٧ ـ ٤).

ويمكن تحسين مقدرة المحراث القـرصي القياسي على اختـراق التربـة بتقليل زاوية الميل. وإذا لم يكن الاختراق صعباً، فإن استخـدام زاوية ميـل كبيـرة يؤدي إلى قلب أفضل لشـريحة المقـطوعـة. ويفضـل زيـادة الميـل في الأراضي اللزجة.

# الأمشاط القرصية

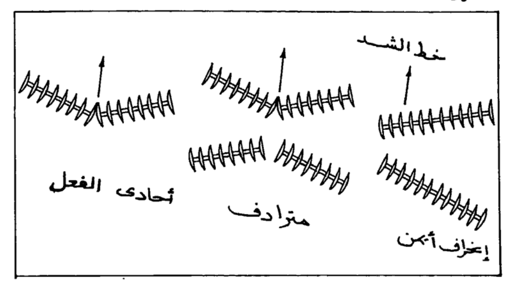
## ٧ ـ ٧ أنواعها وخصائصها:

شكل (٧ ـ ٥) يوضح الثلاثة أنواع العامة للأمشاط القرصية. المشط القرصي أحادي الفعل يتكون من وحدتين متعاكستين من الأسلحة القرصية، كلاهما يقذف بالتربة إلى الخارج من مركز الشريحة المحروثة. هذا النوع قلما يستخدم إلا في حالة هدم ونشر البتون والجسور. والمشط القرصي المترادف له وحدتان إضافيتان لنثر وبعثرة التربة ويعيدها في اتجاه المركز كعملية ثانية، وبالتالي حراثة التربة مرتين وتركها مستوية ولكنه يترك أخدوداً مفرغاً على جانبي كل خط مرور.

والمشط القرصي المنحرف له وحدة (أمامية) متجهة إلى اليمين (أي تحرك التربة إلى اليمين) وأخرى (خلفية) متجهة إلى اليسار وتعملان في تتابع. وكما سيتم شرحه لاحقاً فإن القوى المؤثرة على مشط قرصي منحرف عند التشغيل فإنه لا ينتج عنها قوى جانبية، ويكون مركز الوحدة المحروثة على جانب واحد من خط الشد. وهذه الميزة تجعل المشط القرصي المنحرف مناسباً جداً للعمل في حقول البساتين التي تكون فيها فروع الأشجار منخفضة. وهذا النوع من المشط القرصي عادة ما يصمم لانحراف أيمن كما هو موضح في شكل (٧ ـ ٥).

وعندما تكون الوحدات الأمامية لمشط قرصي قرصي مترادف (أو وحدتا المشط القرصي أحادي الفعل) مرتبتين كما هو موضح في شكل (٧ ـ ٥)،

فإنهما عادة تتركان شريحة غير محروثة بين الـوحدتين. وهـذه المشكلة يمكن التغلب عليها بتغيير نظام الوحدتين الأماميتين وجعل القـرص الداخلي لإحـدى الوحدتين الأماميتين بحيث يعمل مباشرة خلف القرص الداخلي للوحدة الأمامية الأخرى.




شكل ٧ ـ ٥: طريقة ترتيب الوحدات لثلاثة أنواع من الأمشاط القرصية.

وعمومـاً، يكون المشط القرصي المترادف أخف في الوزن من المشط القرصي المنحرف وقد استخدم بكثرة في عمليات الحراثة الثانوية. والاستخدام الأساسي للمشط القرصي المنحرف كان في الماضي (ولا يزال) في الحـراثة الابتـدائية. وفي السنـوات الأخيرة فقـد توفـرت أنواع من الأمشـاط القـرصيـة المترادفة تمـاثل الأمشـاط القرصيـة المنحرفـة فيما يتعلق بحجم الأقـراص، المســافـات بين الأقـراص والكتلة لكـل وحــدة من عـرض القــطع. وهـذه الأنواع القوية من الأمشاط القرصية المترادفة (جدول ٧ ـ ١) لها نفس المقدرة على الحراثة الابتدائية كما في الأمشاط القرصية المنحرفة.

وبعض الأنواع الصغيرة ذات الاستخدام الخفيف (جدول ٧ ـ ١) تكـون معلقـة على الجرار. وفي الـوقت الـراهن فإن أغلب، إن لم يكن كـل أنـواع

جدول ٧ ـ ١ الأبعاد والكتل النمطية للأمشاط القرصية :

| النـــوع | قطر السلاح سنتيمتر (بوصة) | المسافة بين الأسلحة سنتيمتر (بوصة) | عرض الوحدات المتاح / متر (قدم) | الكتلة لكل وحدة عرض كيلوجرام/ متر (قدم/ رطل) |
|---|---|---|---|---|
| مترادف، معلق | ٤١، ٤٦، ٥١، ٥٦ | ١٨ـ٢٣ | ١،٥ـ٤,٠ | ١٥٠ـ٢٧٠ |
| مترادف، بعجل | [١٦، ١٨، ٢٠، ٢٢] | [٧ـ٩] | [٥ـ١٣] | [١٠٠ـ١٨٠] |
| أعمال ـ خفيفة | ٤٦، ٥١، ٥٦ | ١٨ـ٢٤ | ٢،٦ـ٤،٦ | ٢٧٠ـ٣٧٠ |
| | [٢٢، ٢٠، ١٨] | [٧ ١/٤ ـ ٩ ١/٤] | [٨ـ٢١] | [١٨٠ـ٢٥٠] |
| أعمال متوسطة | ٤٦، ٥١، ٥٦ | ١٩ـ٢٤ | ٣،٤ـ٩,٥ | ٣٧٠ـ٤٨٠ |
| | [١٨، ٢٠، ٢٢] | [٧ ١/٢ ـ ٩ ١/٤] | [١١ـ٣١] | [٢٥٠ـ٣٢٠] |
| أعمال ثقيلة* | ٥٦، ٦١، ٦٦ | ٢٨ـ٢٣ | ٣،٤ـ١٣,٤ | ٤٨٠ـ٧٠٠ |
| | [٢٢، ٢٤، ٢٦] | [٩ـ١١] | [١١ـ٤٥] | [٣٢٠ـ٤٧٠] |
| منحرف، مقطور | ٥٦، ٦١، ٦٦، ٧١ | ٢٣ـ٢٨ | ٢,١ـ٧,٣ | ٤٠٠ـ٧٥٠ |
| بعجل + | [٢٢، ٢٤، ٢٦، ٢٨] | [٩ـ١١] | [٧ـ٢٤] | [٢٧٠ـ٥٠٠] |
| بدون عجل + | ٦١، ٦٦، ٧١ | ٢٣ـ٢٨ | ٢,٧ـ٩,١ | ٣٦٠ـ٦٥٠ |
| | [٢٤، ٢٦، ٢٨] | [٩ـ١١] | [٩ـ٣٠] | [٢٦٠ـ٤٤٠] |

هذه البيانات بناء على تحليل معلومات مستقاة من بعض المصانع في فبراير ١٩٧٧ والمجالات المذكورة للقيم تغطي معظم الآليات المتاحة من الامشاط القرصية

* على الأقل نوع واحد له سلاح ٦١ أو ٦٦ سنتيمتر [٢٤ أو ٢٦ بوصة] وكتلة ٧٢٠ إلى ٩٠٠ كيلوجرام/ متر من العرض [٤٨٠ إلى ٦٠٠ رطل/ قدم من العرض] .

+ أنواع قليلة لها عرض يتراوح بين ٧١ إلى ٨١ سنتيمتر [٢٨ إلى ٣٢ بوصة] ومسافات بين الأسلحة تتراوح بين ٢٨ إلى ٣٤ سنتيمتر [١١ إلى ١٣,٥ بوصة] وكتلة من ٧٥٠ إلى ١١٠٠ كيلوجرام/ متر من العرض [٥٠٠ إلى ٧٥٠ رطل/ قدم من العرض] .

الأمشاط القرصية المترادفة يكون لها عجلات بين الوحدات الخلفية والأمامية والتي تستخدم في ضبط التسوية الأفقية، وفي التحكم في العمق، ولرفع الآلة في حالة الدوران وعند النقل. والوحدات العريضة جداً لها أقسام خارجية معلقة على مفصلات لتوفير قدر من المرونة وتناسب الحقول الغير مستوية ويمكن ثنيها الى أعلى بواسطة اسطوانات هيدروليكية لتقليل العرض أثناء النقل. وبالرغم من من أنه لا توجد عجلات في بعض الأنواع الحديثة من المشط القرصي المنحرف إلا أن الاتجاه العام حالياً هو نحو وضع عجلات في هذا النوع. والأنواع المنحرفة التي لها عرض أكثر من ٦ أمتار [٣٠ قدم] يكون لها روابط مفصلة بين النهايات لأقسام المجاميع .

والمشط القرصي المنحرف من النوع المقطور والذي لا يحتوي على عجلات عادة ما يزود بجهاز لضبط الزاوية بين الوحدتين للتحكم في عمق الحرث والدوران والنقل. وعادة يعمل جهاز ضبط الزوايا بواسطة اسطوانة هيدروليكية يتحكم فيها من على بعد. وزوايا المجموعة يمكن التحكم فيها يدوياً في معظم أنواع الأمشاط القرصية المعلقة وذلك عندما تكون في وضع الرفع، وفي بعض الحالات يتم ذلك بواسطة تحريك خابور أو بواسطة فك مسامير وماسكات محددة. والتحكم في العمق في الوحدات المحمولة على عجلات عادة ما يتم بواسطة رفع أو خفض الآلة من خلال عجلاتها.

وفي المشط القرصي المحمول على عجلات فإن عضوالشد أو الشبك بين الإطار وذراع الشد على والجرار لا بد أن يكون متماسك أو نصف متماسك في الاتجاه الرأسي ليعطي تحكماً متجانساً في العمق للوحدات الأمامية والخلفية. وعادة يكون عضو الشد معلق بمفصل الإطار وله ذراع للضبط موصل لمجموعة رفع ميكانيكية حركية على اسطوانة أو على المحور لتعطي رفعاً متوازياً على الآلة كلها . وفي بعض الحالات يوصل ياي مع نظام الروافع ليعطي بعض المرونة عند المرور على أسطح التربة الغير مستوية .

**٧ ـ ٨ كراسي التحميل :**

كراسي التحميل المركبة على الأمشاط القرصية تتعرض الى كل من الأحمال القطرية والمحورية (عمودية) وبقيمة مرتفعة وهي تعمل دائماً في جو مليء بالغبار. وبعض الأمشاط القرصية المترادفة المعلقة تزود بكرسي تحميل من الحديد الزهر، وأغلب هذه الأمشاط تحتوي على كراسي تحميل ذات كريات داخل نظام محكم القفل. وأيضاً تستخدم كراسي التحميل ذات الاسطوانات المستدقة على العجلات. وقد نوقشت كراسي التحميل في الجزء ٣ ـ ٣ و٣ ـ ٤.

**٧ ـ ٩ أسلحة الأمشاط القرصية :**

بالرغم من أن معظم الأسلحة في الأمشاط القرصية تكون عبارة عن قطاعات من كرة مجوفة، فقد يستخدم شكل مخروطي مقطوع أيضاً. والجدول (٧ ـ ١) يوضح أبعاد نمطية لأقطار الأقراص والمسافات بينها. وتفضل الأبعاد الكبيرة والمسافات الواسعة للقطع في النباتات الكثيفة ، وكذلك في الحراثة البدائية، وتسمح أيضاً بالوصول إلى أعماق أكبر مقارناً مع الأقراص الصغيرة. وعادة ما يكون أقصى عمق للمشط القرصي حوالي ربع قطر القرص.

والقرص ذو القطر الصغير يخترق التربة بسهولة أكثر من الأقراص الكبيرة، أي أنه يتطلب قوة رأسية أقل للحفاظ على عمق معين. وقد تتحسن المقدرة على الاختراق عندما يقل التقعر (نصف قطر تقوس أكبر) وبزيادة حدية السلاح في الجانب المقعر بدلاً من الجانب المحدب أيضاً يحسن من مقدرة الاختراق (تتطلب قوة رأسية أقل أو يمكن الحصول على عمق كبير مع نفس القوة الرأسية). وهذه التأثيرات ترجع إلى مساحة التلاقي مع التربة من الجانب المحدب للقرص[٨].

وبعض الأنواع من الأمشاط القرصية تزود بأسلحة قاطعة أو مسننة ، وعادة ما يكون هناك حد قاطع لكل ٢,٥ سنتيمتر [ ١ بوصة ] من نصف القطر .

ويكون اختراق أسلحة القطع أحسن قليلاً من السلاح العادي وذلك لانخفاض مساحة التلامس المحيطية . وهي تقطع النباتات الكثيفة مباشرة لأنها تميل إلى غرزها إلى أسفل داخل التربة أكثر من دفعها للأمام . ومثل هذه الأقراص أعلى ثمناً وتتآكل بسرعة .

ومعدل تآكل الأقراص ومقاومتها للاصطدامات المفاجئة وإجهاد التعب كلها تكون موضع الاعتبارات من قبل المصنع للآلة والمستخدم لها . وفي اختبارات حقلية ومعملية على أسلحة الأمشاط القرصية المصنعة من مادة الصلب SAE 1080 التي تمت معالجتها تحت معاملات حرارية للحصول على مستويات صلادة مختلفة[١٠]، أشارت النتائج إلى أن أقل معدل للتآكل قد تحصل عليه عندما كانت الصلابة في المدى من ٤٤ إلى ٤٨ على مقياس Rockwell C (RC). وكان معدل التآكل أكبر عندما استخدم نفس نوع الصلب ولكن بصلابة أكثر أو أقل مما كانت عليه في الحالة السابقة. وعندما أختبر الصلب المحتوى على نسبة كربون بين ٠.٤٥ إلى ٠,٩٥ ٪ أوضحت الاختبارات أن معدل التآكل لأي مستوى صلادة معينة قد تناقص مع زيادة نسبة الكربون. وكان معدل التآكل للصلب(*) SAE 6160 أعلى بقليل من الصلب SAE 1080 عند صلابة معينة .

والنتائج المتحصل عليها من اختبارات أخرى[١٠] أوضحت أن كلاً من مقاومة الاصطدام والتعب للأقراص المصنوعة من الصلب SAE 1080 تقل بسرعة كلما زادت الصلادة من Rc 36 إلى Rc 52. والأقراص المصنوعة من الصلب المبروم الخشن كانت أفضل من الأقراص المصنوعة من الصلب المبروم العادي. وعموماً أوضحت التجارب الحقلية أن سبائك الصلب المبروم (مثل SAE 6160) لها مقاومة أفضل للاصطدامات عن الصلب الكربوني

---

(*) SAE 1080 هو صلب كربوني يحوي على ٠,٨ ٪ كربون. SAE 6160 وهي عبارة عن سبيكة صلب تحتوي على ٠,٦ ٪ كربون ومن ٠,٧ ٪ إلى ٠,٩ ٪ منجنيز ومن ٠,٨ ٪ إلى ١,١ ٪ كروميم .

ويتحمل القرص الكبير أحمالاً أكبر تحت أحمال اصطدامية قاسية وظروف تشغيل قاسية أيضاً [١٠] .

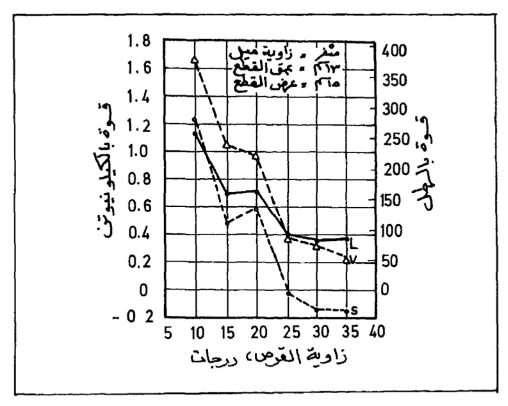
### ٧ - ١٠ ردود فعل التربة على أسلحة الأمشاط القرصية :

أجريت اختبارات على أقراص منفردة لمشط قرصي بقطر ٥١ سنتيمتر [٢٠ بوصة] في المختبر القومي لآليات الحراثة لتحديد تأثير الضبط وعوامل التصميم على ردود فعل التربة[٧]. وقد أجريت هذه الاختبارات عند سرعة ٤ كيلومتر/ ساعة [٢,٥ ميل/ ساعة] في تربة رملية لها نسبة رطوبة ٨,٤٪ مع قرص رأسي (زاوية ميل صفر). وكان تأثير زاوية القرص على القوى S,L وV كما هو موضح في شكل (٧ - ٦) لعمق وعرض قطع ثابت. وقد انخفضت قيم جميع القوى مع زيادة زاوية القرص حتى ٢٥ درجة، وذلك لأن مساحة التلامس مع التحدب الخلفي كانت تتناقص بالتدريج. وعند زوايا أكبر من ٢٥ إلى ٣٠ درجة تكون مساحة التلامس للجانب الخلفي صغيرة.

وزيادة نصف قطر التقوس من ٤٧,٨ سنتيمتر إلى ٦٦ سنتيمتر [١٨و٨ بوصة إلى ٢٦ بوصة] (تحدبا أقل) أدت إلى انخفاض في قيمة S,L والقوة الرأسية إلى أعلى V بدرجة متوسطة عندما كانت زاوية القرص ١٢ درجة وكان الانخفاض بسيطاً عند زاوية قرص ٢٣ درجة، ولكن التأثير كان بسيطاً جداً عند زاوية ٣٥°. وعندما زاد عرض القطع من ٥ سنتيمتر إلى ١٥ سنتيمتر [٢ إلى ٦ بوصة] عند زاوية قرص ٢٣ درجة وعمق ١٠ سنتيمتر [٤ بوصة]، كان الشد النوعي ( L لكل وحدة مساحة ) قد انخفض قليلاً ، كما انخفضت القوة V إلى أعلى لكل وحدة مساحة من الأخدود المقطوع .

قام كلايد (Clyde) بعمل مجموعة من التجارب الحقلية في تربة طميية سلتية لتحديد ردود فعل التربة على مجموعات من أربع أو خمسة أقراص من أسلحة الأمشاط القرصية بقطر ٤٦ سنتيمتر و٥٦ سنتيمتر [ ١٨ بوصة و٢٢

بوصة ] باستخدام مقياس الحراثة لجامعة ولاية بنسلفانيا [٣]،[٤] . وفي هذه الاختبارات كانت قيمة V تختلف باختلاف قيمة الكتل الموضوعة على القرص ، وقد تركت الأقراص في هذه التجارب لتحدد العمق على حسب الحمل الموجود عليه . والنتائج المتحصل عليها من الأقراص ٥٦ سنتيمتر [ ٢٢ بوصة ] موضحة في شكل (٧ ـ ٧) . والقيم المتوسطة للمسافة a موضحة أيضاً ومنها يمكن تعين العزم الناتج من التربة بالقيمة Va حول محور التحرك للأمام .




شكل ٧ ـ ٦ : العلاقة بين ردود فعل التربة وزوايا القرص ذي قطر ٥١ سنتيمتر [ ٢٠ بوصة] مع نصف قطر التكور ٥٣,٨ سنتيمتر [٢١,٢ بوصة] . وسرعة تشغيل ٤ كيلومتر / ساعة [٢,٥ ميل/ ساعة ] في رمل وتحتوي على نسبة رطوبة تعادل ٨,٤ ٪
(W . F. MC Greery)

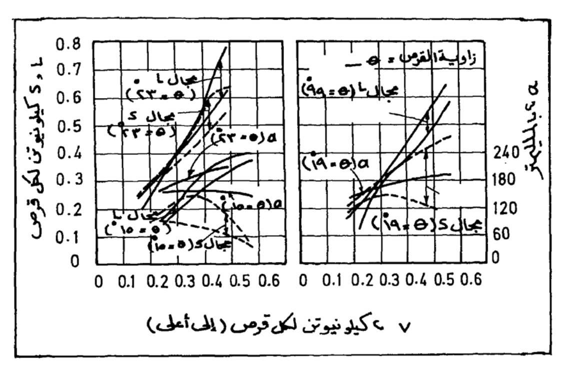
والحد الأعلى لرد الفعل V من ٠,٤٥ إلى ٠,٥٥ كيلو نيوتن [ ١٠٠ إلى ١٢٠ رطل ] لكل قرص كما هو موضح في شكل (٧ ـ ٧) يمثل كتلة ٤٤٥ كيلوجرام لكل متر من عرض المشط قرصي المترادف أو المنحرف(*). [٣٠٠ رطل لكل قدم عرض] وهذا الحد الأعلى يعتبر إلى حدٍ ما أقل من الكتلة المتوسطة للآليات الحديثة كالمشط القرصي المنحرف والمشط المترادف أو المستخدم في الأعمال الثقيلة ( جدول ٧ ـ ١ ) . ورد الفعل الكلي V لمشط قرصي من النوع المقطور بدون عجلات يكون تقريباً معادل لقوى الجاذبية على الآلة وأي كتلة إضافية موضوعة عليها . وإذا كان للمشط القرصي عجلات ( أو هو من النوع المعلق خلف الجرار )، فإن كتلة الآلة هي التي تحدد أقصى قيمة لـ V عندما لا يكون هنالك أي حمل رأسي من الآلة على العجلات أو على الجرار . وقيمة V عندما تستخدم العجلات لتحديد العمق تعتمد على ظروف التربة ، وعمق اختراق التربة ، وزاوية القرص .

والاختبارات التي أجريت مع أسلحة بقطر ٤٦ سنتيمتر [ ١٨ بوصة ] ولها تقعر قدره ٤٤ ملليمتر [ ١,٧٥ بوصة ] وعلى مسافات ١٧ سنتيمتر [ $\frac{٥}{٨}$ ٦ بوصة ] كانت قيمة V تتراوح بين ٩٠ إلى ٣١٠ نيوتن [ ٢٠ إلى ٧٠ رطل قوة ] لكل قرص . وقيم هذه القوى تمثل كتلة قدرها ١١٠ إلى ٣٧٥ كيلوجرام لكل متر من العرض [٧٥ إلى ٢٥٠ رطل/ قدم عرض] وتغطي المدى المعتاد لكتلة الأمشاط القرصية المترادفة للأعمال الخفيفة ( جدول ٧ ـ ١) . ونسبة $\frac{L}{V}$ و $\frac{S}{V}$ للنوعين من الأقراص موضحة وملخصة في الجدول التالي .

---

(*) تشير الحسابات المبنية على أساس المواصفات القياسية لجمعية ASAE برقم S290 «تحديد عرض القطع ووزن الأمشاط القرصية» على أنه يلزم ٨,٥ سلاح لكل متر من عرض القطع للمشط القرصي المترادف الذي عرضه ٦ متر، ٩,٠٢ سلاح لكل متر من عرض القطع للمشط القرصي المنحرف الذي عرضه ٦ متر.

| زاوية القرص | أسلحة بقطر ٢٦ سنتيمتر [١٨ بوصة] نسبة $\frac{L}{V}$ | أسلحة بقطر ٢٦ سنتيمتر [١٨ بوصة] نسبة $\frac{S}{V}$ | أسلحة بقطر ٥٦ سنتيمتر [٢٢ بوصة] نسبة $\frac{L}{V}$ | أسلحة بقطر ٥٦ سنتيمتر [٢٢ بوصة] نسبة $\frac{S}{V}$ |
|---|---|---|---|---|
| °١٥ | ٠,٧٥ - ٠,٥٠ | ٠,٩ - ٠,٦ | ٠,٨٥ - ٠,٧ | ٠,٨ - ٠,١٥ |
| °١٩ | ١,٠ - ٠,٧ | ١,٣ - ١,٠ | ١,١ - ٠,٩٥ | ١,١ - ٠,٤ |
| °٢٣ | ١,٢٠ - ٠,٩ | ١,٥٥ - ١,٢٥ | ١,٥ - ١,٣ | ١,٤ - ١,٢ |




شكل ٧ - ٧ ردود فعل التربة على سلاح قرص ٥٦ سنتيمتر [٢٢ بوصة] مع تقعر ٦٣ ملليمتر [٢,٥ بوصة] ومسافات ٢٣ سنتيمتر [٩ بوصة] على تربة من طمية سلتية مكبوسة نوعاً ما، وبنسبة رطوبة تتراوح بين ١٩ إلى ٢٤٪ على سرعة ٤,٨ كيلومتر / ساعة [٣ ميل / ساعة]. وحاصل ضرب V × a يعطي عزم الدوران حول المحور X. $R_h$ عادة تقابل مستوى وجه القرص قرب خط التماثل الرأسي و $R_v$ تقابلها عند ١٣ إلى ٢٠ سنتيمتر [٥ إلى ٨ بوصة] أعلى البدن (A. W. Clyde[3]).

وهذه النسب لتربة غير محروثة من قبل. والنسب عند زاوية محددة قد تكون مختلفة للوحدات الخلفية بالأمشاط القرصية المترادفة لأنها تعمل في تربة قد تم تفكيكها بالوحدات الأمامية.

لاحظ في شكل (٧ ـ ٧) أنه عند زوايا قرص ١٩ و ١٥ درجة كانت القيمة المقاسة لـ S تختلف اختلافاً واسعاً عن القيمة المحددة لـ V. وعندما كانت زاوية القرص ١٥ درجة، فإن القيمة S انخفضت كلما زاد العمق. وهذا التأثير ربما يرجع أساساً إلى اختلاف قيمة الدعم الجانبي للقوة والذي ينتج من التلامس بين الجانب الخلفي للقرص وحائط الأخدود. والزاوية ٢٣ درجة كانت كبيرة بالقدر الكافي لتعطي خلوصاً خلف حافة القطع عند جميع الأعماق. والاختلاف الكبير في قيم S لم يكن ملاحظاً في الاختبارات مع الأسلحة ذات القطر ٤٦ سنتيمتر [ ١٨ بوصة ] وذلك لأن تقعرها كان أقل من أسلحة ذات القطر ٥٦ سم [ ٢٢ بوصة ] .

**٧ ـ ١١ القوى المؤثرة على المشط القرصي:**

لقد قام مكبن لأول مرة بعمل تحليل كامل للقوى المؤثرة على المشط القرصي . والدراسات التي قام بها ، والتي احتوت على ملاحظات حقلية وصفية ، قد بدأت بفترة قصيرة بعد ظهور المشط القرصي المنحرف في الأسواق قد أجريت في الأساس لتحديد العوامل المتسببة في قابليته للعمل في وضع منحرف بدون قوى جانبية .

وردود فعل التربة على قرص مفرد قد نوقشت من قبل ، وهي ممثلة في الرسم المعروض في شكل (٧ ـ ١) . وردود الفعل المجمعة لمجموعة وحدات من الأقراص يمكن اعتبارها كتأثيرها على قرص واحد في وضع متوسط يمثل جميع الأقراص ( أي في مركز الوحدة ) . والقوى المؤثرة على المشط القرصي كله في هذه الحالة تتكون من : ( أ ) محصلة رد فعل التربة على كل وحدة . (ب) قوى الجاذبية المؤثرة على الآلة ، وأي كتلة إضافية توضع عليها .

(جـ) أي قوة دعم رأسي من التربة عن طريق العجلات أو كنتيجة للتعليـق على الجرار. (د) قوة الشد من مصدر القدرة. وللحصول على حركة متجانسة لا بدَّ أن تكون هذه القوى في حالة اتزان. وإذا كان هذا يعني عدم وجود قوى جانبية فيجب أن يكون مجموع المركبات الجانبية لجميع ردود فعل التربة يساوي صفر.

وعلاقات القوى الرأسية على مشط قرصي كامل قد نوقشت في جزء شبك الآليات المقطورة في الباب الثامن.

**٧ ـ ١٢ القوى الأفقية :**

شكل (٧ ـ ٨ ب) يوضح القوى الأفقية المؤثرة على المشط القرصي المنحرف بدون عجلات (أو بعجلات لا تحمل أي حمل) عندما يعمل بدون قوى جانبية. والموضع الأفقي لمركز المقاومة H يحدد بتقاطع $R_{hf}$ و $R_{hr}$ . وفي حالة عدم وجود قوى جانبية يصبح من الضروري ضبط وصلة الشبك للمشط القرصي لكي تكون نقطة الشبك $F_o$ أمام النقطة H مباشرة.

وإذا تغيرت وصلة الشبك لتحريك الآلة إما إلى اليمين أو إلى اليسار من الوضع الذي لا توجد فيه قوى جانبية، تتولد تلقائياً قوى جانبية ومن ثم تتغير ظروف عمل المشط القرصي. وعلى سبيل المثال إذا تحركت نقطة الشبك في شكل (٧ ـ ٨ ب) من $F_0$ إلى $F_2$ ، فإن ذلك يؤدي إلى اختلال لحظي في نظام إتزان القوى وتعمل المركبة الجانبية للشد الجديد، والمؤثرة عند النقطة H ، على دوران الآلة في عكس اتجاه دوران عقارب الساعة حول $F_2$ .

ويستمر الدوران حتى تقوم زوايا القرص للوحدتين بضبط نفسيهما (تزداد للوحدة الأمامية وتقل للوحدة الخلفية، حيث أن المجموع الكلي للزوايا يبقى ثابتاً)، عند الحد الذي تصبح فيه الفروق بين مركباتهما الجانبية $S_f$ ، $S_r$ متساوية مع الشد الجانبي $P_y$ (كما هو في شكل (٧ ـ ٨ أ)). لاحظ أن قيم $L_f$ ، $L_r$ ووضع H أيضاً يتغير خلال عملية الضبط هذه. وتغيير زاوية

القرص الموضح بين الوضع ب ، جـ يبدو صغيراً ، ولكن كلايد [٤] أوضح أن هذه النتائج كانت متوافقة مع النتائج المتحصل عليها من اختبارات أخرى أجريت على هذه الآلة .

وفي حالة التغير من الظروف عند ب إلى الظروف عند أ ، فإن كمية التربة المتحركة بالوحدات الخلفية تتناقص . وبالمقابل ، فإنه في حالة أقصى انحراف لليمين ( شكل ٧ ـ ٨ جـ) تكون الوحدة الخلفية هي التي تقوم بمعظم العمل . وحتى في حالة عدم وجود شد جانبي ( شكل ٧ ـ ٨ ب) ، فإن الوحدة الخلفية تعمل على زاوية أكبر وتقوم بتحريك كمية أكبر من التربة مقارنة بالوحدة الأمامية ، وذلك لأنها تعمل في تربة أنعم . وفي البساتين فإن ذلك يؤدي إلى تحريك التربة تدريجياً بعيداً عن الأشجار .

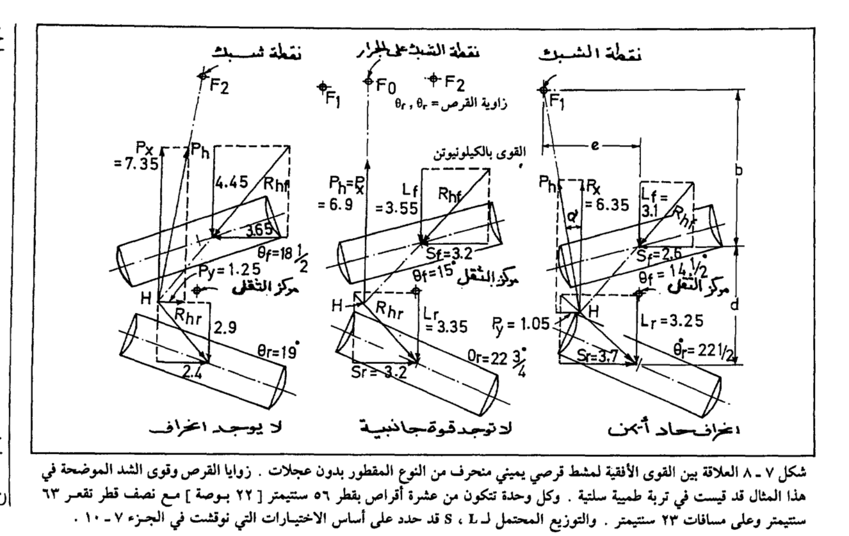
والعلاقات بين القوى المؤثرة على مشط قرصي مترادف تكون متماثلة حول خط مركز الآلة، وذلك لأن الوحدتين الأماميتين تعملان تحت نفس ظروف التربة (غير محروثة)، وبقوى جانبية تتساوى وتتضاد في الاتجاه مع بعضها، بينما تعمل الوحدتان الخلفيتان في تربة محروثة . وبالتالي تكون H للوحدتين الأماميتين و H للوحدتين الخلفيتين كلاهما على خط مركز الآلة وبالتالي فإن الآلة تعمل بدون وجود شد جانبي أو انحراف .

### ٧ ـ ١٣ قيمة الانحراف الذي يمكن الحصول عليه :

لنفترض أن e هي قيمة الانحراف من نقطة الشبك إلى مركز القطع، و $\alpha$ = الزاوية الأفقية للشد و d = المسافة الطولية بين مركزي وحدتي المشط القرصي و b = المسافة الطولية من مركز الوحدة الأمامية إلى نقطة الشبك (شكل ٧ ـ ٨ جـ). وبأخذ العزوم حول $F_1$ نحصل على العلاقة الآتية مع فرض أن $R_{hf}$ ، $R_{hr}$ تمر خلال مراكز الوحدات :

$$eL_f + eL_r + bS_f - (b + d)S_r = 0$$

ومنها نحصل على :




شكل ٧ ـ ٨ العلاقة بين القوى الأفقية لمشط قرصي يميني منحرف من النوع المقطور بدون عجلات . زوايا القرص وقوى الشد الموضحة في هذا المثال قد قيست في تربة طمية سلتية . وكل وحدة تتكون من عشرة أقراص بقطر ٥٦ سنتيمتر [ ٢٢ بوصة ] مع نصف قطر تقعر ٦٣ سنتيمتر وعلى مسافات ٢٣ سنتيمتر . والتوزيع المحتمل لـ L ، S قد حدد على أساس الاختيارات التي نوقشت في الجزء ٧ ـ ١٠ .
.(A.W. Clyde[3])

$$e = \frac{b(S_r - S_f) + dS_r}{L_f + L_r} = b \tan\alpha + \frac{dS_r}{L_f + L_r} \quad (٧ - ١)$$

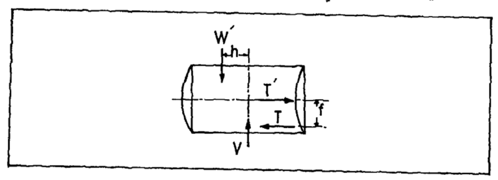
وفي حالة عدم وجود قوة شد جانبية فإن $S = S_r = S_f$ ، $\alpha = 0$. وبالتالي من المعادلة ٧ ـ ١ يصبح الانحراف عند عدم وجود شد جانبي هو :

$$e_0 = \frac{dS}{L_f + L_r} \quad (٧ - ٢)$$

والمعادلة ٧ ـ ٢ توضح أن كمية الانحراف الذي يمكن الحصول عليه بدون شد جانبي هي فقط دالة من المسافة بين الوحدات والقيم النسبية لرد فعل التربة الجانبي والطولي. والعلاقات بين قوى التربة، تتأثر بظروف التربة، زوايا القرص، أبعاد سلاح القرص، والتقعر وعوامل أخرى. وتزيد النسبة $\frac{S}{L}$ بزيادة زاوية القرص وبناء على نتائج كلايد[٤] فإن هذه النسبة تكون أعلى في تربة متماسكة عنها في تربة رخوة ناعمة .

### ٧ ـ ١٤ العزوم المؤثرة على وحدات الأمشاط القرصية:

من الحقائق المعروفة أن الجانب المقعر للمشط القرصي يميل لأن يتعمق أكثر مقارنة مع الجانب المحدب. وينشأ هذا الوضع نظراً لأن محصلة قوى التربة T العمودية على سلاح القرص يكون تأثيرها تحت مستوى محور القرص (شكل ٧ ـ ٩)، بينما يكون تأثير قوى الموازنة T′ في مستوى ذلك المحور (أي من خلال كراسي التحميل) الأمر الذي يؤدي إلى نشوء عزم قيمته Tf .



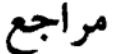

شكل ٧ ـ ٩ القوى المحورية والرأسية المؤثرة على وحدة مشط قرصي.

ومع اختراق متجانس ، فإن القوة V سوف تعمل تقريباً عند مركز الوحدة . وللحصول على الاختراق المتجانس لوحدة واحدة، فإن محصلة القوة W' إلى أسفل ( وهي قوة الجاذبية على كتلة الوحدة وأي كتلة أخرى مضافة إليها ، محسوماً منها أي مركبة رأسية لأعلى لقوة الشد ) يجب أن تؤثر على مسافة h من مركز الوحدة ( في اتجاه الجانب المحدب ) كما في المعادلة :

$$W' h = fT \qquad (٧ - ٣)$$

ويكون الأمر سهلاً نسبياً مع الأمشاط القرصية الأحادية الفعل والمترادفة للحصول على اختراق متجانس وذلك بجعل عزوم الوحدات المتقابلة العرضية أن تلغي بعضها البعض خلال الإطار. ومشكلة التصميم تكون أكثر تعقيداً في حالة المشط القرصي المنحرف وذلك نظراً لأن العزوم المتقابلة تجعل الإطار بين الوحدتين تحت تأثير عزم التواء . ولذلك فإن صلابة مقاومة الالتواء للإطار بالإضافة إلى وجود ضوابط ملائمة للتسوية العرضية لإحدى الوحدتين بالنسبة للأخرى تعتبر من الأمور المهمة .

وهناك مصدر آخر يزيد من تعقيد الأمشاط القرصية ، ألا وهو أن العزم على الوحدات الأمامية يكون عادة أكبر بكثير من العزم على الوحدات الخلفية، وذلك لأن الوحدات الخلفية تعمل في أرض مفككة. وعلى سبيل المثال فإنه في الاختبارات الموضحة في الشكل (٧ ـ ٨ ب)، كان العزم الأمامي ٧٢٣ نيوتن. متر [٦٤٠٠ رطل قوة ـ بوصة] بينما كان للوحدات الخلفية ٤٦٢ نيوتن. متر [٤٠٩٠ رطل قوة ـ بوصة]. وزيادة العزم الأمامي يؤدي إلى ميل الجانب الأيمن للمشط كله، وعلى الأخص النهاية اليمنى للوحدة الأمامية لأن تكون متعمقة أكثر من أجزاء المشط الأخرى ( في حالة مشط قرصي منحرف يميني ) . وإذا ما استخدمت عجلات النقل للتحكم في العمق فإنها تقلل من مشكلات الاختراق غير المتجانس .



## مراجع


1 - Annual statistics issue. Implement and Tractor, 91 (22): 16-70, Nov. 7, 1976.

2 - CLYDE, A. W. Load studies on tillage tools. Agr. Eng., 18: 117 - 121, Mar., 1937.

3 - CLYDE, A. W. Improvement of disk tools. Agr. Eng., 20: 215 - 221, June, 1939.

4 - CLYDE, A. W. Technical features of tillage tools. Pennsylvania Agr. Expt. Sta. Bull. 465 (Part 2), 1944.

5 - GILL, W. R., and J. G. HENDRICK. The irregularity of soil disturbance depth by circular and rotating tillage tools. Trans. ASAE, 19 (2): 230 - 233, 1976.

6 - GORDON, E. D. Physical reactions of soil on plow disks. Agr. Eng., 22: 205 - 208, June, 1941.

7 - McCREERY, W. F. Effect of design factors of disks on soil reactions. ASAE Paper 59 - 622, Dec., 1959.

8 - McCREERY, W.F., and M.L.NICHOLS. The geometry of disks and soil relationships. Agr. Eng., 37: 808 - 812, 820, Dec., 1956.

9 - McCKIBBEN, E. G. A study of the dynamics of the disk harrow. Agr. Eng., 7:92 - 96, Mar., 1926.

10 - REED, I. F., and W. F. McCREERY. Effects of methods of manufacture and steel specifications on the service of disks. Agr. Eng., 35: 91 - 94, 97, Feb., 1954.

11 - STRICKLER, P. E., and H. V. SMITH. Farm Machinery and Equipment. Number and value of shipments for domestic use, 1935 - 39 to 1966. USDA Econ. Res. Serv. Statistical Bull. 419, 1968.

12 - TAYLOR, P. A. Field measurements of forces and moments on wheatland plow disks. Trans. ASAE, 10 (6): 762 - 768, 770, 1967.

13 - THOMPSON, J. L., and J. G. KEMP. Analyzing disk cuts graphically. Agr. Eng., 39: 285 - 287, May, 1958.

## (مسائل)

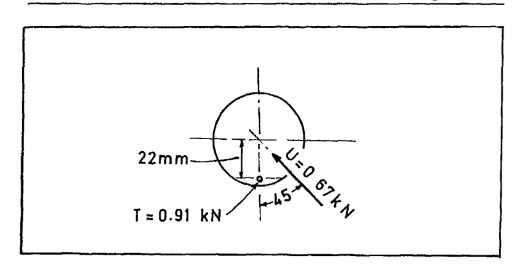
٧ - ١ في مشط قرصي منحرف تحتوي الوحدة الواحـدة على ١٣ قرص بقـطر ٦١ سنتيمتر وعلى مسافات ٢٤ سنتيمتراً. إذا كانت الكتلة الكلية ١٤٠٠ كيلوجـرام . وفي حالـة التشغيل : $V_f$ = ٨,٧ كيلو نيـوتن و $V_r$ = ٥,٣ كيلو نيـوتن. وزاوية القـرص هي ١٦° للوحدة الأمـاميـة و ٢٢° للوحـدة الخلفيـة . بناء على معلومـات ورد ذكرهـا في الجزء (٧ - ١٠) وشكـل (٧ - ٨) و (٨ - ٢) النسبة المقدرة $\frac{L}{V}$ هي ٠,٩ للـوحـدة الأمامية و ١,٢ للوحدة الخلفية والنسبـة $\frac{S}{V}$ هي ٠,٧ للوحدة الأمامية و ١,١ للوحدة الخلفية . احسب :

أ - الشد .

ب - الشد الجانبي .

جـ - قوى الشد بالكيلو نيوتن لكل كيلوجرام من الكتلة .

٧ - ٢ فى وحـدة مشط قـرصى تحتـوي على ٧ أقـراص كـانت محصلة ردود الأفعـال من التربـة على كل قـرص قـطره ٥٦ سنتيمتـراً ممثلة بـالقيمـة الموضحة للقوة القطرية U والقوة المحورية T في الشكـل المرفق[٣,٤] U عادة تمر قليـلاً إلى الخلف من مركـز القرص لتعـطي عزم الـدوران للوحدة، ولكنها تمر خلال المركز في الرسم لتبسيط المسألة. والوحـدة




مدعمة بواسطة تركيبة من اثنين من كراسي التحميل التي تتحمل القوى المحورية والقطرية على مسافة ١,١٥ متراً من بعضهما وعلى مسافات متساوية من مستوى محصلة القوى القطرية للوحدة . والكتلة الكلية للوحدة الدوارة ( الأقراص والجلب وصواميل الوحدة. . . إلخ ) هي ١١٥ كيلوجراماً ومركز الثقل يكون في منتصف المسافة بين كراسي التحميل .

أ ـ احسب القوة القطرية على كل كرسي تحميل، استخدم الحل البياني كلما أمكن ذلك . يقترح استخدام المرجع ٢ .

ب ـ احسب القوة المحورية الكلية . . . ثم ناقش توزيعها المحتمل بين كراسي التحميل والعوامل التي قد تؤثر على التوزيع .

جـ ـ ما هي قيمة العزم الذي لا بد أن يقاوم بواسطة الإطار (ويكون له عزم معاكس بالوحدة المقابلة ) وذلك للحصول على تعمق متجانس وذلك في حالة عدم وجود كتلة إضافية ؟

٧ ـ ٣ وحدة مشط قرصي لها أقراص بقطر ٥٦ سنتيمتراً تعمل على زاوية قرص ١٩° والقوة V هي ٠,٣٥ كيلو نيوتن لكل قرص :

أ ـ بأخذ القيمة المتوسطة في شكل ٧ ـ ٧ . . ارسم مخطط للقوى مماثل للشكل ٧ ـ ١ ب .

ب ـ باستخدام الأساسيات الأستاتيكية، حدد موقع وقيم القوى المحورية والقطرية كما هو في الشكل ٧ ـ ١ أ .

٧ ـ ٤ مشط قرصي منحرف يميني يعمل على زاوية قرص ١٥° و ٢١° على الترتيب للوحدة الأمامية والوحدة الخلفية . ومركزي الوحدتين على مسافة ٢,٤٥ و ٤,٢٥ متراً خلف الخط الذي يمر بنقطة الشبك وعلى عمود الشد للجرار. ومركبات ردود فعل التربة الأفقية هي : $L_f$ = ٣,١ كيلونيوتن ، $S_f$ = ٢,٦٥ كيلونيوتن، $L_r$ = ٣,٣٥ كيلونيوتن، $S_r$ = ٣,٨ كيلونيوتن. احسب :

أ ـ الزاوية الأفقية للشد (من خط السير) .

ب ـ الشد الأفقي $P_h$ .

جـ ـ كمية الانحراف لمركز القطع بالنسبة لنقطة الشبك .

٧ ـ ٥ ارسم بعناية مخططاً يوضح العلاقات بين القوى الأفقية لمشط قرص مترادف ـ (مشابه للشكل ٧ ـ ٨).

افترض أن لكل وحدة زاوية القرص هي ١٩ درجة و $\frac{L}{S}$ = ١,٢ .

# الباب الثامن
# نظم الشبك
# و
# شبك آليات الحراثة

# الباب الثامن
# نظم الشبك و شبك آليات الحراثة

## ٨ ـ ١ مقدمة :

هذا الباب يعالج العلاقات بين القوى الناتجة عن شبك الآليات المقطورة وكذلك العوامل المؤثرة على تصميم وخواص الأداء لنظم شبك الآليات المعلقة والنصف المعلقة . وقد عرفت الرموز والمسميات المستخدمة في تحليل القوى في الجزء ٥ ـ ٧ ، ٥ ـ ٨ كما نوقشت العوامل المؤثرة على القوة النافعة للتربة ، وطرق القياس لهذه القوى وبعض المعلومات المتعلقة بقيمها واتجاهاتها في الأبواب ٥ ، ٦ و٧ .

ومركبات قوى التربة النافعة V, S, L (أو المحصلات $R_v, R_h$) وكذلك قوى الجاذبية للآليات W هي قوى متغيرة مستقلة تؤثر في تحليل نظم الشبك على عمود الشد البسيط أو في نظام الشبك المتكامل . وقوى التربة غير النافعة Q والشد P هي متغيرات غير مستقلة ، وقد تتأثر بطريقة الشبك . وطريقة إجراء التحليل في هذا الباب تضع في الاعتبار أن القوة W وكذلك المركبات للقوى النافعة تكون معروفة أو يمكن تقديرها . وهناك طريقة أخرى لتحديد علاقات القوى بين الآليات والجرار ، وهي القياس الفعلي لقيمة واتجاه قوة الشد أو مركباتهما وذلك بإحدى الطرق المذكورة في الأجزاء ٥ ـ ١٦ و٥ ـ ١٧ .

ومن الأسـاليب الشائعـة في تحليل العـلاقات بين القـوى لشبك آليـات الحراثة أنـه يوضـع اعتبار خـاص للمركبـات الأفقية لـ R و Q و P وللقـوة W ومركبات هذه القوى في المستوى الرأسي ( أو المستويات الـرأسية ) المـوازية لاتجاه التحرك . وهذه الاعتبارات يشار إليها بالشبك الأفقي والشبك الرأسي .

والهدف الأساسي من الشبـك السليم للآليـات المقطورة والتي تحتـوي على جهاز للشبك قابل للضبط هو تحديد مكان و/ أو قيمة محصلة قوى الدعم غير النافعة ($Q_h$ أو $Q_v$) وكذلك قوة الشد ($P_h$ أو $P_v$) والتي تكون مطلوبة أكثر من منطلق تحديد تأثير قوى الشـد على الجرار ، وكـذلك على قيمـة وتوزيـع القوى غير النافعة المؤثرة على الآلة . والعلاقات بين القوى للآليـات النصف معلقة أو المعلقة تحت ظروف تربة معينة تحدد أساساً بتصميم أذرع الشبك ، وتصميم الآلة كذلك بطريقة التحكم في العمق بدلاً من ضبط الشبك .

# الشبك الرأسي للآلات المقطورة

## ٨ ـ ٢ أنواع حالات الشبك الرأسي :

آليات الحراثة المقطورة ، عادة ما تقع تحت واحد من الأقسام الثلاثة الآتية ، وذلك بناء على طريقة عمل الشبك الرأسي ، وتأثير الشبك على نظام القوى :

أ ـ آليات لها عمود شد مفصلي ولها عجلات ارتكاز أو عجلات لتحديد العمق. ويعمل عمود الشد كذراع حر في المستوى الرأسي. ومثال على ذلك المحراث المطرحي والمحراث القرصي ، وكذلك المشط المقطور ذو الأسنان الزنبركية .

ب ـ آليات لها عمود مفصلي وليس لها عجلات لتحديد العمق . والدعم الوحيد يأتي فقط عن طريق الوحدات التي تعمل في التربة ، ولا يمكن فصل القوى غير النافعة عن قوى التربة النافعة . . . ومثال على ذلك، المشط القرصي بدون عجلات، المشط ذو الأسنان والعزاقة الدورانية المترادفة .

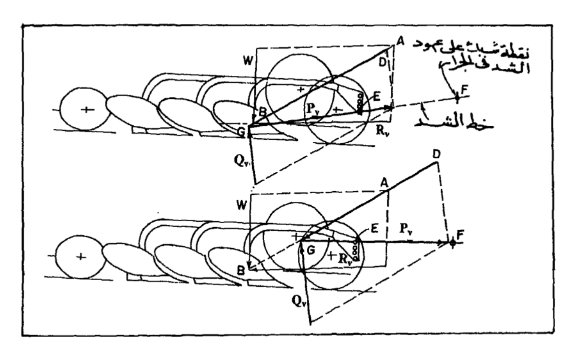
جـ ـ آليات ذات محور واحد مع عمود شد ثابت ، ومثال على ذلك آليات العزيق والمحاريث الحفارة ومحراث تحت التربة وكذلك الأمشاط القرصية والتي لها عجلات تستخدم في النقل والتحكم في العمق .

والعلاقات بين القوى موضحة في الأجزاء التالية مع مثال لكل نوع، كذلك هناك توصيات لضبط الشبك لأنواع أخرى . ولا بد أن نتذكر في حالات تحليل القوى أن اتجاه وقيمة Rv قد تتفاوت تفاوتاً واسعاً من القيم الموضحة حتى في نفس الحقل .

## ٨ ـ ٣ آليات لها أعمدة شبك مفصلية وعجلات للدعم :

شكل (٨ ـ ١) يوضح العلاقات بين القوى الرأسية لنوع مقطور من المحراث المطرحي . وللحصول على حركة متجانسة لا بد أن تكون القوى $Q_v$, $P_v$, $R_v$, W في حالة اتزان . وبمعرفة قيمة وموقع قوة الجاذبية W وكذلك قوة التربة النافعة $R_v$ تحت ظروف تشغيل محددة، فإن أول خطوة في تحليل الشبك هو ضم القوى بطريقة تخطيطية في المحصلة AB (شكل ٨ ـ ١) .

يلي ذلك تحديد خط الشد. ويجب أن يمر خلال نقطة الشبك F على




شكل ٨ ـ ١ العلاقات بين القوى الرأسية لآليات مقطورة مدعمة بعجلات وعمود شد مفصلي .

الجرار، وكذلك خلال محور الشبك المفصلي الذي يتم اختياره عند E حيث أن عمود الشد يعمل كعضو حر في المستوى الرأسي. وخط الشد والمحصلة AB يتقاطعان في G. وخط تـأثير قـوة الارتكاز $Q_v$ يتم رسمه بعد ذلـك ليمر عبـر النقطة G، بالرغم من أن قيمة هذه القوة ليست معروفة بعد. وفي شكل (٨ ـ ١) نرى أن القوة $Q_v$ موضحة بخط ميل إلى الخلف، وذلك لأنها تشمل أيضاً على مقاومة الدوران للعجل الذي يوفر الدعم الرأسي للآلة. وإذا كان الدعم الرأسي يتم في معظمه على سطح منزلق، فإن الميل المطلوب يكون كبيراً لاحتواء قوة الاحتكاك.

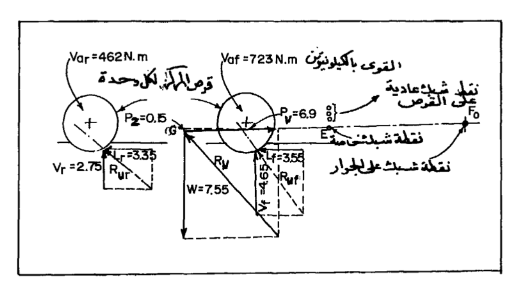
وحيث أن $P_v$ لا بدَّ أن تكون في حالة اتزان مع AB و $Q_v$، فإن قيم $Q_v$ و $P_v$ يمكن أن تحدد بتحريك AB على طول خط عملها إلى DG وبعد ذلـك يكمل متوازي أضلاع القوى كما هو مبين.

والمثال الموضح في الشكل العلوي (٨ ـ ١) يوضح وصف ضبط طريقة الشبك لمحراث مطرحي مع وجود $Q_v$ خلف العجل الأمامي بذلك يكون هناك حمل كاف على العجل الخلفي للحصول على تشغيل متزن. والرسم الأسفل يوضح مثال لظروف غير عادية، وفيها تكون نقطة الشبك E مرتفعـة جداً على المحراث إلى الحد الذي يجعل $Q_v$ تحت العجل الأمامي تقـريباً، مـع عدم وجود تقريبـاً أي حمل محمـول على العجلات الخلفيـة. ومؤخرة المحـراث تكون غير متزنة إلى حد بعيد، خاصة عندما نأخذ في عين الاعتبار التغيـيرات اللحظية في قيمة واتجاه $R_v$.

والشبك عند نقـطة منخفضة جـداً على الآلة يؤدي إلى تـأثير عكسي. وبالتالي فإن قوى الدعم المحصلة $Q_v$ تتحرك إلى الخلف، ونتيجة لذلك يقل الحمـل على العجلات الأمـامية. وتقليـل أو زيادة ميـل القوة $P_v$ بـدون تغيـر مـوقع G يقلل أو يـزيـد قيمـة القـوة $Q_v$ ولكن لا يغيـر من مـوقعهـا. ووجـود

ميـل كبير جـداً للقوة $P_v$ يمكن أن يسبب صعـوبة في المحـافظة على العمق المطلوب ، وبالأخص في حالة الآلات خفيفة الوزن نسبياً ، والتي لا يكون لها قوة سحب رأسي أو لها سحب قليل مثل المشط ذي الأسنان الزنبركية .

وقد أوصى كلايد[٥] بأن يكون للمحراث المطرحي ضبط ابتدائي لارتفاع الشبك على إطار المحراث ، بحيث يمر خط تـأثير $P_v$ خـلال نقطة منخفضـة قليلاً عن سطح التربة وفوق قمة السلاح مباشرة . وفي حالة المحراث القرصي فإن نقطة الشبك المقترحة لتحديد خط الشد تكـون عند سـطح التربـة ، وفي منتصف المسافة بين مركزي الأقراص الأمامية والخلفية[٥]. وإذا كانت عجلة الأخدود الخلفية للمحراث القرصي لها القدر الكافي من التقدم في اتجاه التربة المحروثة، وما زالت تجنح نحو التسلق خارج الأخدود، ففي هذه الحالة يجب خفض نقطة الشبك على إطار المحراث ، وبالتالي وضع قدر أكبر من القوة $Q_v$ على العجل الخلفي .




شكل ٨ ـ ٢ العلاقات بين القوى الرأسية لمشط قرصي مترادف أو منحرف بدون عجـلات وبـدون محور مفصلي بين الـوحدات الأمـامية والخلفيـة .. هـذه القيم العـدديـة للظروف الموضحة في شكل ٧ ـ ٨ ب . ( A . W . Clyde[5] ) .

**٨ ـ ٤ آليات بعمود شبك ذي مفصلة وبدون عجلات :**

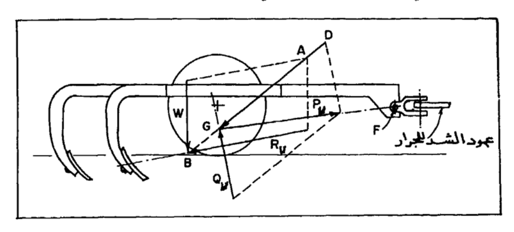
شكل (٨ ـ ٢) يوضح العلاقات بين القوى الرأسية لمشط قرصي منحرف أو مترادف بدون عجلات . والدعم الوحيد من التربة يكون من خلال الأسلحة القرصية . وموقع النقطة G يتحدد بتقاطع القوة W وخط الشد $P_v$ . وقوى التربة $R_{vf}$ ، $R_{vr}$ تتغير وضعها أوتوماتيكياً عن طريق تغير العمق ، وبالتالي تمر محصلتهما $R_v$ بالنقطة G وتكون في حالة اتزان مع W و $P_v$ .

ورفع نقطة الشبك على إطار الآلة يرفع النقطة G ويحرك Rv بالقرب من وحدة الأقراص الأمامية ، وبالتالي يزيد $R_{vf}$ ويقلل Rvr . وعليه تكون النتيجة زيادة عمق الاختراق لوحدة الأقراص الأمامية ونقص العمق لوحدة الأقراص الخلفية . وفي المثال الموضح تكون $R_{vf}$ أكبر من $R_{vr}$ وذلك لأن وحدة الأقراص الأمامية تعمل على تربة متماسكة ، ووحدة الأقراص الخلفية في تربة مفككة .

**٨ ـ ٥ آليات أحادية المحور مع عمود شد غير مفصلي :**

عندما تلقى الآليات أحادية المحور دعماً رأسياً من خلال عجلاتها فقط ، يكون موضع $Q_v$ ثابتاً . وفي هذه الحالة يجب أن يمر خط تأثير Qv خلف الخط مركز المحور بقليل (شكل ٨ ـ ٣) وذلك للحصول على العزم اللازم للتغلب على الاحتكاك في كراسي التحميل، وتسبب دوران للعجلات أثناء العمل . والنقطة G تثبت بتقاطع AB مع $Q_v$، وخط الشد يمر خلال G ونقطة الشبك الرأسي F عند عمود الشد على الجرار. وضبط الشبك المحتمل هو فقط تغير ارتفاع عمود الشد عند F والذي بدوره يعمل على تغير ميل $P_v$ . وفي المثال الموضح، مع وجود ميل في $R_v$ إلى أسفل، فإن تحرك العجل إلى الخلف بالنسبة للأسلحة التي تتعامل مع التربة يزيد من ميل $P_v$ ويقلل من قيمة $Q_v$ .

وعلاقات القوى للمشط القرصي الذي يحتوي على عجلات للتحكم في العمق يكون أساساً كما هو موضح في شكل (٨ ـ ٣) ، ولكن $R_v$ تكـون ذي ميل أكبر لأعلى كما هو مبين في شكـل (٨ ـ ٢) . ويمكن تحديـد موقـع $R_v$ الأمـامي ـ و ـ الخلفي بالأعمـاق النسبية ومقـاومات التـربة للوحـدات الأماميـة والخلفية. والعمق النسبي يعتمد على مقدار ارتفاع الإطار والذي يثبت بواسطة الضبط الرأسي لعمود الشد الغير مفصلي .




شكل ٨ ـ ٣ العلاقات بين القوى الرأسية لآليات مقطورة أحادية المحور تلقى دعم رأسي من عجلاتها فقط .

# الشبك الأفقي للآليات المقطورة

## ٨ ـ ٦ أنواع حالات الشبك الأفقي

أغلب آليات الحراثة، ما عدا المحراث القلاب المطرحي والقرصي وكذلك المشط القرصي المنحرف، تكون متماثلة نحو خط الوسط الطولي. وبالتالي تكون القوى الجانبية للتربة في حالة اتزان، وعليه يكون المركز الأفقي للمقاومة عند مركز عرض الحرث وخط الشد الأفقي يكون في اتجاه السير.

والمحاريث والأمشاط القرصية المنحرفة يمكن أن تتحمل قوى جانبية كبيرة (مركبات جانبية للشد)، ولذلك تبرز أهمية الشبك الصحيح لتقليل تأثير الأنحراف على الجرار وعلى الآلة. ويمتص المحراث المطرحي القوى الجانبية من خلال المسند، والمحراث القرصي من خلال عجلة الأخدود الخلفية، أما في المشط القرصي المنحرف فيتم ذلك بتغير زاوية القرص أوتوماتيكياً لخلق فرق بين المركبات الجانبية لقوى التربية للوحدات الأمامية والخلفية. والمحراث القرصي المقطور يكون له أساساً ، ذراع شد حر، بينما يكون للمحراث المطرحي القلاب وللمشط القرصي ذراع شد عرضي غير حر. والشبك الأفقي للمحراث المطرحي والقرصي سوف يناقشا في الجزئين التاليين. والعلاقات بين القوى الأفقية للمشط القرصي المنحرف قد نوقش في الجزء ٧ ـ١٢.

إنه ليس من الممكن دائماً الحصول على مركز المقاومة الأفقي لآلة

خلف مركز شد الجرار مباشرة ، وخاصة في حالة الآلات غير العريضة ، وجرارات ذات عجلات متباعدة. وإذا كانت الآلة من النوع الذي يتحمل القوى الجانبية ، فإن الأوضاع البديلة هي أن يكون الشد مركزي مائلاً ويمر عبر مركز الشد على الجرار ، أو أن يكون منحرفاً في خط مستقيم ، أو أن يكون منحرفاً ومائلاً بزاوية معينة . وإذا لم تتحمل الآلة القوى الجانبية ، فإن البديل الوحيد هو أن يكون خط الشد منحرفاً . ومركز الشد على الجرار عادة ما يؤخذ على أنه في منتصف المسافة بين العجلتين الخلفيتين ويتقدم قليلاً عن المحور ، حيث أن الجهاز الفرقي للجرار يوزع العزم على العجلتين بالتساوي .

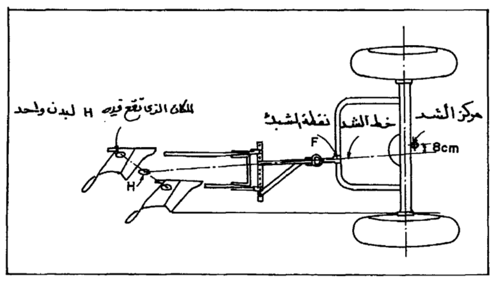
والشد المائل المركزي لا يؤثر على توجيه الجرار ، بينما يؤثر الشد المنحرف . والشد المائل (سواء مركزي أو منحرف) تنتج عنه قوى جانبية على عجلات الجرار الخلفية والتي قد تكون كافية في بعض الحالات للإعتراض عليها . والشد بزاوية غير مرغوب فيه في بعض الآليات ، حتى ولو أمكن للآلية مقاومة الأحمال الجانبية . وعادة يكون من الأفضل قبول حل وسط في عمليات الشبك ، وفيه يتحمل الجرار جزءاً من الأحمال الجانبية ، بينما تتحمل الآلة الجزء الآخر . ولبعض الآليات، كما هو الحال في المحراث المطرحي والمشط القرصي المنحرف ، فإن الموقع الجانبي لمركز المقاومة يمكن التحكم فيه لحد ما بالعلاقات التصميمية (الجزء ٦ ـ ١٥ و ٧ ـ ١٢) .

## ٨ ـ ٧ الشبك الأفقي للمحاريث المطرحية المقطورة

كما هو موضع في الجزء ٦ ـ ١٥ ، فإن موقع مركز المقاومة الأفقية ، H ، لبدن محراث مطرحي قلاب يتحدد بنقطة تقاطع خط عمل القوة الغير نافعة $Q_h$ المؤثرة على المسند و $R_h$. ويتغير الموقع العرضي للنقطة H ، معتمداً على ظروف التربة ، طول المسند ، مقدار القوة الجانبية المحملة على عجلة الأخدود الخلفية إلخ . . وهكذا ولأسباب متعلقة بالشبك فإنه غالباً ما يفترض أن يكون هذا الموقع عند حوالي ربع عرض القطع ابتداءاً من المسند وخلف

مقدمة السلاح بقليل . وخط الشد يحدد على أساس موقع H وموقع نقطة الشد على عمود الجر F (شكل ٨ ـ ٤) حيث أن عمود الشد متماسك في الاتجاه الجانبي .

ويمكن الحصول على الشد المثالي عندما يمكن ضبط المسافة بين عجلتي الجرار الخلفية بحيث يكون مركز الشد أمام مركز المقاومة الأفقية مباشرة. وفي بعض الحالات لا يمكن تضييق العرض أو قد يكون غير عملي حتى في حالة وجود عجل واحد من العجلات الخلفية للجرار في الأخدود. ومع المحاريث الكبيرة الحجم ، فإنه قد يحدث أن يشتغل الجرار في وضع تكون فيه العجلتان الخلفيتان على أرض محروثة، بهدف تقليل كبس التربة الذي قد ينتج عن وجود إحدى العجلتين في الأخدود. وعندما لا يمكن الحصول على شد مركزي مستقيم ، فإنه من المتبع في هذه الحالات أن يقسم تأثير الأنحراف كما هو موضح في شكل (٨ ـ ٤) بحيث يمر خط الشد على يمين مركز الشد بقليل، ولكن ليس بدرجة كافية لأحداث مشاكل في التوجيه. ولحسن الحظ فإن المحراث القلاب يعمل بدرجة مرضية حتى ولو كان حظ الشد على زاوية إنحراف كبيرة من خط السير.

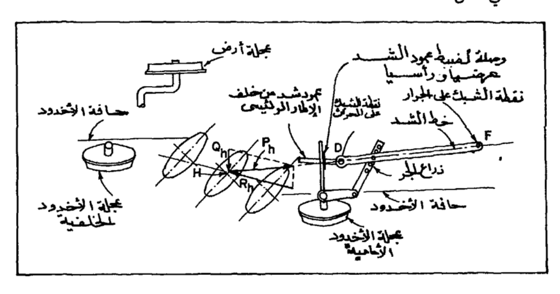



شكل ٨ ـ ٤ الشبك الأفقي الموصى به لمحراث قلاب مقطور بجرار عريض.

(R. J. McCall and A. W. Clyde; Pennsylvania Agr. Est. Circ. 359).

## ٨ ـ ٨ الشبك الأفقي للمحاريث القرصية المقطورة

العلاقات بين القوي الأفقية (شكل ٨ ـ ٥) تختلف إلى حد ما في حالة المحاريث القرصية عن المحاريث المطرحية، وذلك لأن القوى الجانبية كلها لا بد أن تمتص بواسطة العجلات، وأيضاً لأن عضو الشد على المحراث القرصي (DF في شكل ٧ ـ ٥) يكون أساساً عضواً حراً بالنسبة للقوى الأفقية. بينما الخط الأفقي للشد على محراث مطرحي لا بد أن يمر خلال نقطة الشبك على الجرار وخلال مركز المقاومة الذي يحدد بخواص المحراث والتربة، وبالتالي فإن خط الشد لمحراث قرصي يحدد بموقع نقط الشبك D و F. وموقع مركز المقاومة الأفقية H وموقع محصلة القوى الجانبية $Q_h$ يحدد بعد ذلك بتقاطع خطي عمل $P_h$ و $R_h$ .




شكل ٨ ـ ٥ العلاقات بين القوى الأفقية وشبك المحراث القرصي المقطور. ومع أن الموضح هو محراث قرصي قياسي، إلاّ أن العلاقات هي نفسها لمحراث قرصي رأسي.

ولتقسم القوى الجانبية بالتساوي بين عجلة الأخدود الأمامية والعجلة الخلفية فإن خط عمل القوة $Q_h$ لا بد أن يمر في منتصف المسافة بينهما. وهذه

الـظروف يمكن الحصول عليهـا بـالتقـريب في معـظم المحـاريث القـرصيـة المقطورة وذلك عند ضبط الشبك بحيث يمر خط الشد خلال نقطة على يسار الوضع المتوسط لجميع مراكز الأقراص بقليل ( وبالتالي تحدد H في الموقـع المطلوب )[٥] . وإذا كانت نقطة الشبك D في شكل (٨ ـ ٥) قد تحركت إلى اليسـار على إطـار المحـراث ، فـإن H و $Q_h$ سـوف تتحـركـان إلى خلف المحـراث ، وعجلة الأخدود الخلفيـة سوف تتحمـل العبء الأكبر من القـوى الجانبية . وتحرك D إلى اليمين ( أو F إلى اليسار ) يضـع حمل جـانبي أكبر على العجلة الأمامية .

# شبك الآليات المعلقة

## ٨ ـ ٩ اعتبارات تصميمية وأنواع الوصلات

يوجد نوعان شائعا الاستخدام من وصلات الشبك في الجرارات المستخدمة في الوقت الحالي. وعملياً فإن كل الشبك بالتعليق الخلفي هي من النوع ذي الثلاث نقاط، ، والأذرع المتقاربة، أما النوع ذو أذرع الشبك المتوازية فهو يستخدم بكثرة في الآليات ذات التعليق الأمامي مثل العزاقات. وقد حل النوع ذي الثلاث نقاط للشبك محل الشبك بمحور مفرد في التصميمات الجديدة. وأي نوع من هذه الأنواع الثلاثة للشبك يمكن تشغيلها بحيث تعمل أذرع الشبك كوصلات حرة في المستويات الرأسية، أو أن تكون الآلة مدعمة خلال نظام الرفع للجرار (أذرع كبح).

وبعض العوامل التي يجب أخذها في الاعتبار في تصميم أو تقييم أي نظام لتعليق آليات الحراثة خلف الجرارات هي :

١ ـ سهولة الشبك والضبط ، والتنوع في الاستعمال والأمان .

٢ ـ التوحيد القياسي للسماح بسهولة التغير .

٣ ـ تجانس عمق الحرث عندما يمر الجرار فوق سطح التربة المتعرج.

٤ ـ مقدرة الحصول على اختراق للتربة تحت ظروف صعبة، وبالأخص عند استخدام آليات مثل المشط القرص والمحراث القرصي.

٥ ـ سرعة دخول الآلة للأرض كما في المحاريث وآليات العزيق.

٦ ـ خواص سحب الآليات عند العمل على خطوط كنتور مختلفة وعلى المنحدرات.
٧ ـ تأثير الآلة على قوة الدفع المولدة من الجرار (نتيجة تحويل جزء من وزن الجرار من العجل الأمامي إلى العجل الخلفي).
٨ ـ تأثير الآلة المرفوعة على اتزان الجرار أثناء النقل.

## ٨ ـ ١٠ الشبك الثلاثي

بعد تقديم نظم التحكم الهيدروليكي على الجرار في نهاية الثلاثينات، فقد تم تطوير أعداد كبيرة من نظم الشبك المختلفة للآليات التي تشبك خلف الجرار. ومن هذه النظم تطور نظام الشبك ذي الثلاثة نقاط (شكل ٨ ـ ٦) والذي يستخدم بواسطة مصانع الجرارات في أنحاء العالم. والذراعان السفليان ينفرجان في الاتجاه الخلفي للجرار، ولهما حرية في التحرك جانبياً إلى حد ما. وقد يمكن تثبيتهما في الاتجاه الجانبي، حيث يكون مرغوباً فيه في حالة بعض الأعمال غير الحراثة. والذراع العلوي والذراعان السفليان تتقارب رأسياً وفي اتجاه المقدمة.

والمواصفات القياسية لجمعيتي ASAE, SAE لنظام ثلاث نقاط للشبك[1] أوضحت جميع الأبعاد للثلاث نقاط للشبك بين الآليات والجرار، وكذلك أقل حد لمسافة الرفع، وضبط المستوى في الاتجاه الجانبي، وكذلك التأرجح الجانبي وأيضاً أقل قوة رفع يجب توفرها عند نقاط الشبك. ولم تنص المواصفات على طول الأذرع ومقدار التقارب الأفقي والرأسي بينها. وقد اشتملت الأبعاد على أربعة مجموعات من أنظمة الشبك لمجالات مختلفة من القدرة القصوى لذراع الشد وهي كالآتي:

١ ـ المجموعة I من ١٥ الى ٣٥ كيلووات (٢٠ إلى ٤٥ حصان).
٢ ـ المجموعة II من ٣٠ ـ ٧٥ كيلووات (٤٠ إلى ١٠٠ حصان).

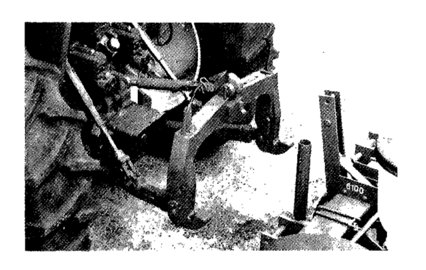
٣ ـ المجموعة III من ٦٠ الى ١٦٨ كيلووات (٨٠ إلى ٢٢٥ حصان).

٤ ـ المجموعة IV من ١٣٥ ـ ٣٠٠ كيلووات (١٨٠ إلى ٤٠٠ حصان).

وقد تم تطوير نظام للربط السريع (مقرنة) للنظام ذي ثلاث نقاط الشبك والذي يسهل عملية الوصل للآليات الثقيلة والتي يصعب تداولها وتحريكها. وقد وضعت مواصفات قياسية له تناسب نظام ذي ثلاث أذرع الشبك. وشكل (٨ ـ ٦) يبين مثالاً لذلك. ويمكن أن توصل وصلات الشبك مباشرة بالآلة إذا لم يستخدم نظام الشبك السريع ( المقرنة) ويسمح الشبك السريع للسائق بوصل أو بفصل الآلة دون ترك مقعد القيادة، وبالتالي تكون عملية الشبك مريحة وسريعة آمنة.

## ٨ ـ ١١ التشغيل الحر للوصلات في النظام الثلاثي للشبك

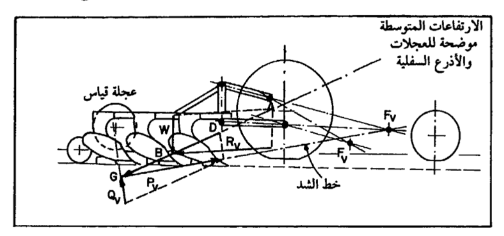
مع التشغيل الحر للوصلات يمكن التحكم في العمق بواسطة عجلات القياس، أو أي أسطح دعم أخرى على الآلة. وبالرغم من أن التحكم في العمق لمحراث مطرحي معلق يمكن أن يكون عن طريق دعم رأسي من عجلة الأخدود الخلفية ومؤخرة وباطن المسند، إلا أن الطريقة الأكثر شيوعاً هي




شكل ٨ ـ ٦ نظام ثلاث نقاط الشبك مع مقربة للشبك السريع (cortesy of Deere and Co.).

استخدام عجلة حرة تسير على الأرض الغير محروثة لضبط العمق عند التشغيل الحر للوصلات.

والعلاقات بين القوى الرأسية للتشغيل الحر للوصلات مع محراث مطرحي له عجلة ضبط عمق موضحة في (شكل ٨ ـ ٧). وفي التشغيل الحر للوصلات، فإن مقدار التقارب بين الأذرع في المستوى الرأسي يعطي نقطة شبك رأسية أو مركز لحظي للدوران كما هو موضح عند $F_v$ وموقع $F_v$ يمكن تغييره بتعديل ترتيب الأذرع ، وهي تتحرك أوتوماتيكياً عند رفع أو خفض




شكل ٨ ـ ٧ العلاقة بين القوى الرأسية لثلاثة أذرع الشبك عندما تعمل كنظام حر للوصلات

الآلة. والخط المتقطع للأذرع الموضح في ( شكل ٨ ـ ٧ ) يبين كيف أن $F_v$ تكون منخفضة عن $F_v$ وأبعد للخلف عندما تدخل الآلة في التربة . وهذا التحرك يزيد من سرعة مقدرة الآلة على اختراق التربة، خاصة الآلات التي لها أسلحة ذات أسطح مناسبة للدعم ( كما في حالة المحراث المطرحي ) .

وتحليل القوى يشابه تماماً حالة الآليات المقطورة أحادية المحور (الجزء ٨ ـ ٥) فيما عدا أن خط الشد $P_v$ لا بد أن يمرَّ خلال نقطة الشبك غير الحقيقية $F_v$ بدلاً من المرور خلال نقطة الشبك الحقيقية على قضيب الشد. وكل الدعم الرأسي في هذا المثال يفترض أن يكون على عجلة قياس ضبط العمق. وعلى

ذلك يتم تحديد خط تأثير للقوة $Q_v$. وميل الخط يمثل معامل مقاومة الدوران، ويتم إيجاد محصلة W و $R_v$ أولاً في مركبة AB ثم يحدد موقع G بتقاطع AB و $Q_v$ وبعد ذلك يمر خط عمل القوة $P_v$ خلال G و $F_v$ .

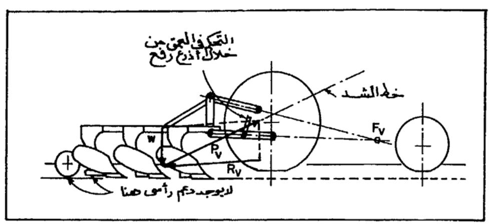
ورفع $F_v$، بتعديل الوصلات، يمكن أن يخفض $Q_v$ ويزيد من الحمل على عجل الجرار الخلفي، كما سوف يوضح في الجزء ٨ ـ ١٦. ومع ذلك، $Q_v$ يجب أن لا تخفض إلى مستوى تصبح بعده الآلة غير متزنة نتيجة للتغير اللحظي في $R_v$. وزيادة طول المحراث بإضافة أبدان أكثر سوف يحرك W و $R_v$ و$Q_v$وG أبعد إلى الخلف. والقوة $P_v$ تصبح حين ذلك أقل ميلاً، ولكن أعلى من سطح التربة عند عجل الجرار.

والتشغيل الحر للوصلات، مع وجود عجل ضبط العمق، يعطي تجانساً أكثر في العمق مقارنة بالتحكم الأوتوماتيكي في الوضع أو التحكم الأوتوماتيكي في قوة الشد، وذلك عندما يكون سطح التربة غير منتظم، وكذلك عندما تختلف مقاومة التربة اختلافاً كبيراً، وبالأخص في حالة استخدام الأنواع الكبيرة للمحاريث القلابة المطرحية المعلقة. وفي بعض الحالات تكون عجلة القياس أفضل من استخدام أي نظام آخر في التربة الخفيفة عندما تكون قوى الشد بسيطة نسبياً. وعادة ما تحتوي العزاقات العريضة والحفارات على عجلة قياس لتقليل الاختلافات في العمق إلى أقل حدٍّ ممكن على طول عرض الآلة.

### ٨ ـ ١٢ التشغيل المقيد للوصلات في النظام الثلاثي للشبك

في التشغيل المقيد للوصلات فإن الآلة تحصل على غالبية أو كل الدعم الرأسي لها من الجرار، وتكون أذرع الشبك حرة فقط عندما تدخل الأسلحة في التربة. وعلى سبيل المثال. . عندما يبلغ المحراث المطرحي عمق التشغيل المحدد فإنه يثبت على ذلك بواسطة الجهاز الهيدروليكي. ويجب أن يكون للمسند وعجلة الأخدود الخلفية خلوص فوق قاع الأخدود يسمح بتعمق المحراث عندما يتطلب من أجهزة التحكم زيادة عمق الحرث .

وحيث إن الآلة لا تحصل على دعم من التربة، فإن $P_v$ تكون معادلة تقريباً للقوى $R_v, W$ كما هو موضح في شكل (٨ ـ ٨). وأذرع الرفع تكون في




**شكل ٨ ـ ٨ العلاقات بين القوى الرأسية لآلة معلقة عندما تكون مدعومة بواسطة وصلات مقيدة. $R_v$ , W كما هي موضحة في شكل (٨ ـ ٧).**

حالة شد وتولد الآلة عزماً إلى أسفل على أجزاء من الأذرع السفلى والواقع خلف وصلات الرفع. والمرجع رقم (٢) يصف طريقة بيانية لتحديد القوى المؤثرة على أذرع الشبك عندما تكون $P_v$ معلومة.

ومع التشغيل المقيد للوصلات فإن تأثير الآلة على الجرار عندما تصبح على العمق المحدد للتشغيل يكون مستقلاً عن طريقة وضع أذرع الشبك. والمعنى الوحيد للمركز غير الحقيقي للدوران $F_v$، هو أنه مع أنظمة الرفع أحادية الفعل (وهي الطريقة العادية للأنظمة المتكاملة) ولا يمكن لخط الشد أن يمر تحت هذه النقطة. وعلى أي حال، فعندما تدخل الأسلحة في التربة فإن موقع المركز غير الحقيقي للدوران يؤثر على خطوة السلاح تماماً كما هو الحال في نظام التشغيل الحر للوصلات.

والتشغيل مع الوصلات المقيدة بدلاً من الوصلات الحرة يزيد من الحمل الرأسي على عجل الجرار الخلفي وبالتالي يزيد من مقدرة الجرار على زيادة

توليد قوة الدفع. وذلك لأن القوى الرأسية التي كانت تدعم على عجلات ضبط العمق في نظام الوصلات الحرة تتحول إلى عجل الجرار الخلفي عندما تقيد الوصلات، وكذلك نظراً لأن ارتفاع موقع $P_v$ عند العجل الخلفي يزيد من الحمل المرحل من على العجل الأمامي إلى العجل الخلفي.

ولكن عندما تعلق الآلة على ارتفاع محدد بالنسبة للجرار، كما هو الحال عند استخدام التحكم الأوتوماتيكي للوضع (الجزء ٤ ـ ٢٠)، تكون التغييرات في العمق ـ والتي تحدث نتيجة عدم انتظام سطح التربة ـ أكثر مما هو عليه في حالة وجود عجلة قياس ونظام تشغيل حر للوصلات. وتزداد هذه المشكلة وفي تناسب مباشر مع ارتفاع التعليق للآلة خلف محور الجرار الخلفي.

وفي بعض الدول الأوروبية، تستخدم أجهزة ألكترونية حساسة تركب على إطار المحاريث المعلقة في مكان ما بالقرب من بدن المحراث لاستشعار العمق، وتقوم بالتأثير على الاسطوانة الهيدروليكية المستخدمة في نظام الرفع. وهذه الطريقة تعتبر تحكماً جيداً في العمق، حتى في الحقول غير المنتظمة، مع الاحتفاظ بمميزات وجود تحميل إضافي على العجلات الخلفية للجرار كنتيجة للتشغيل المقيد للوصلات.

**٨ ـ ١٣ التحكم الأوتوماتيكي في الشد:**

يعتبر هذا نوع من نظم الوصلات المقيدة والذي يتم فيه التحكم في عمق الآلة أوتوماتيكياً للحفاظ على قوة شد محددة مسبقاً، كما تم شرحه في الجزء ٤ ـ ١٢. وإذا كانت مقاومة التربة متجانسة، فإن التغير في العمق الناتج من عدم انتظام سطح التربة يكون أقل في حالة التحكم الأوتوماتيكي في الشد عنه في حالة التحكم الأوتوماتيكي في العمق، ولكن قد تكون تلك الاختلافات ما تزال كبيرة في بعض الحالات[٧]. وفي حقل غير متجانس في صفات التربة، يتغير العمق نتيجة لتغير مقاومة التربة بصرف النظر عن شكل سطح الأرض. وقد قام دوير[٩] بعمل تحليل نظري لعمل أنظمة التحكم الأوتوماتيكي لقوة

الشد فوق أسطح متعرجة للتربة، وكان تركيزه على مؤثرات كل القوى المؤثرة على المحراث ومدى حساسية الاستجابة. وقد قارن تحليله النظري بنتائج الاختبارات الحقلية.

وفي حقل مستوي، فإن التحكم الأوتوماتيكي في الشد يحافظ على متوسط شد في مجال القدرة المتاحة أو في حدود مقدرة الجرار على توليد الدفع الأمامي. كما أنها أيضاً تؤثر ديناميكياً لتزيد الحمل الرأسي المرحل إلى العجل المحرك عندما يكون مطلوباً قوة شد عالية في فترة بسيطة. وعندما تحدث زيادة في قوة الشد فإن نظام التحكم الأوتوماتيكي في قوة الشد يحاول رفع الآلة ضد قوى الجاذبية وضد قوى القصور الذاتي وقوى التربة المؤثرة إلى أسفل. وهذا الرفع للآلة خلف الجرار فإنه يؤدي إلى فعل رفع موازنة مقابل على العجلات الأمامية، وينتج عن ذلك ترحيل لحظي للحمل الرأسي من كل من العجلات الأمامية والآلة إلى العجلات الخلفية الدافعة، .. وبالتالي يقل انزلاق العجلات حتى تقل الزيادة التي حدثت في الشد. وإذا زادت قوة الشد عن الحد المسموح به إلى مسافة كبيرة نسبياً فإن عمق الآلة يقل بنفس النسبة.

أوضح ويلسون[١٤] في النتائج المتحصل عليها من التجارب الحقلية لمحراث معلق له ٥ أبدان أنه قد حدث تعديل أو تصحيح في العمق للمحراث ٣٦ مرة في الدقيقة في الأراضي الطمبية، بينما كان التعديل في العمق حوالي ١٢ مرة في الأراضي الرملية.. كان الزمن الذي استغرقه تصحيح العمق يعادل ٢, ٠ من الثانية. وأثناء عمليات التصحيح كان حوالي ١,٨ كيلو نيوتن فوق المتوسط [٤٠٠ رطل قوة] قد نقلت من المحراث و٣, ١ كيلو نيوتن [٣٠٠ رطل قوة] قد نقلت من العجل الأمامي إلى العجل الخلفي للجرار وبالتالي كان الترحيل اللحظي يعادل ٣,١ كيلو نيوتن [٧٠٠ رطل قوة] من الحمل الرأسي إلى العجل الخلفي.

**٨ ـ ١٤ استشعار قوة الشد**

لقد استخدم الاستشعار لقوة الشد في الذراع العلوي للشبك في جميع نظم التحكم الأوتوماتيكي لقوى الشد، وما زال يستخدم في الجرارات الصغيرة والمتوسطة الحجم. وفي حالة تعليق آليات متوسطة الحجم على هذه الجرارات، يكون الذراع العلوي معرضاً لقوة ضغط في جميع الحالات طالما كانت الآلة في التربة.

وعلى أي حال، فإن التعليق المزمن للمحاريث على جرارات كبيرة يؤدي إلى مرور خط الشد فوق نقاط الشبك للأذرع السفلى في حالات كثيرة، وبالتالي يضع الذراع العلوي في حالة شد. وفي مجال التشغيل العادي فإن ذراع الشبك العلوي قد يتعرض إلى شد أو ضغط. ويمكن ألا يحدث تأثير على جهاز الاستشعار في حالة مرور خط الشد خلال نقاط شبك الأذرع السفلية مباشرة. وبالتالي فإنه في معظم الجرارات الكبيرة يوضع وسائل الاستشعار في الأذرع السفلى أو يتم استشعار للعزم في خط نقل الحركة للجرار (الجزء ٤ ـ ٢١).

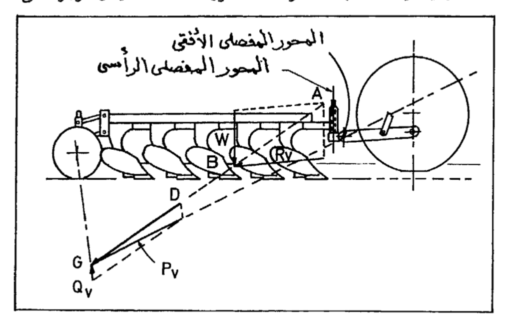
**٨ ـ ١٥ علاقات الشبك الرأسي للمحاريث النصف معلقة.**

عادة ما يشبك المحراث نصف المعلق إلى الذراعين السفلين فقط، كما هو واضح في شكل (٨ ـ ٩). ولكن إذا كان للجرار استشعار في الذراع العلوي، فإنه يمكن الحصول على التحكم الأوتوماتيكي في قوة الشد باستخدام إطار معين على هيئة الحرف (A) كما في شكل (٦ ـ ١) والذي يكون فيه محور المفصلة الأفقية تحت مسمار ذراع الشبك السفلي، بقليل، وبالتالي فإن الذراع العلوي يكون معرضاً لضغط. وفي كلا الحالتين يمر خط الشد خلال محور المفصل الأفقي.

في المثال الموضح في شكل (٧ ـ ٨) فإن كل قوة الدعم الرأسية من التربة يفترض أن تؤثر على عجلة الأخدود الخلفية. وفي الواقع فإن بدن المحراث قد يوفر بعضاً من هذا الدعم، والذي ينتج عنه أن $Q_v$ تتحرك إلى

الأمام من العجل الخلفي. وقد بينت القوى W أكبر من القوى $R_v$ مقارنة مع الوضع الذي بين شكل (٨ ـ ٧) وشكل (٨ ـ ٨) وذلك لأن المحاريث النصف معلقة تكون أكثر في الوزن بحوالي ٥٠ ٪ من المحاريث المعلقة.

وحيث إن $P_v$ لا بد أن تمر خلال محور المفصلة الأفقية والموجود على




شكل ٨ ـ ٩ العلاقات بين القوى الرأسية لمحراث نصف معلق. كل الدعم الرأسي من التربة يفترض أنه يحمل على عجلة الأخدود الخلفية.

نظام التعليق الثلاثي، فإن رفع وضع المحور المفصلي إلى أعلى على الإطار يؤدي إلى رفع $P_v$ وبالتالي يزيد من الحمل الرأسي المنقول إلى العجل الخلفي للجرار.

وقد وجد ولسون[١٤] أن الزيادة اللحظية في الحمل المنقول نتيجة لتصحيح الشد أوتوماتيكياً في نوعين من الأراضي كان أقل من النصف بالمقارنة مع محراث معلق من نفس الحجم، وقد يكون هذا لقصر ذراع العزم في حالة رفع الآليات النصف معلقة.

وقد أوضحت الاختبارات الحقلية مع محراث ذي ٥ أبدان أن المحاريث النصف معلقة تعطى اختلافات قليلة بين استخدام التحكم الأوتوماتيكي في

العمق والتحكم الأوتوماتيكي للشد فيما يختص بتجانس عمق التشغيل في ظروف تربة متعرجة السطح[١٤].

٨ ـ ١٦ التأثيرات الرأسية على الجرار:

عندما تكون قيمة وخط عمل القوة $P_v$ معروفين يصبح من الممكن تحديد تأثير الآلة على الحمل الواقع على عجل الدفع في الجرار. والعلاقات بين القوى في المستوى الرأسي موضحة في شكل (٨ ـ ١٠). $R_r$ و$R_f$ يمثلان الدعم الرأسي لرد فعل التربة على العجلات و$R_t$ هو الدفع المتولد. $R_r$ تكون في مقدمة المحور الخلفي بقليل (ربما بين ٢٥ إلى ٥٠ ملليمتراً [١ إلى ٢ بوصة]) وذلك نظراً لوجود مقاومة الدوران للجرار. و$P'_v$هي شد الآلة على الجرار وهي تساوي القوة $P_v$ ومضادة لها في الاتجاه، وقد تكون من الآليات المقطورة أو المعلقة أو النصف المعلقة. $P'_x, P'_z$ يمثلان المركبات الرأسية والأفقية للقوة $P'_v$ والمسافة Y هي عبارة عن الارتفاع من سطح التربة. إلى النقطة التي يتقاطع عندها الخط الذي يمثل $P'_v$ مع الخط الرأسي للقوة $R_r$. $W_t$ تمثل قوة الجاذبية على الجرار والمؤثرة خلال مركز الثقل.

وبأخذ العزم حول $C_2$ نحصل على المعادلة التالية:

$$R_rX_1 - W_tX_2 - P'_zX_1 - P'_xY = 0$$

ومنها نحصل على

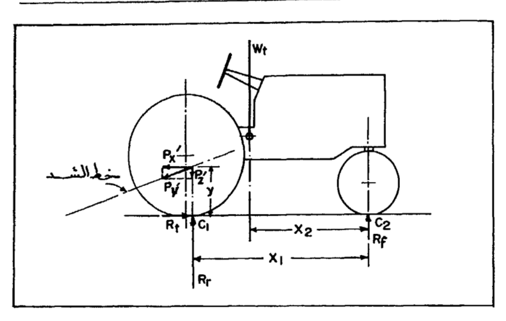
$$R_r = W_t\left(\frac{X_2}{X_1}\right) + P'_z + P'_x\left(\frac{Y}{X_1}\right) \qquad (٨ - ١):$$

وبأخذ العزوم حول $C_1$ يعطي:

$$W_t(X_1 - X_2) - P'_xY - R_fX_1 = 0$$

ومنها نحصل على:

$$R_f = W_t\left(\frac{X_1 - X_2}{X_1}\right) - P'_x\left(\frac{Y}{X_1}\right) \qquad (٨ - ٢):$$




شكل (٨ ـ ١٠) العلاقات بين القوى الرأسية للجرار عندما يجر آلة عند سرعة متجانسة على أرض مستوية .

وهذه المعادلات توضح أن شد الآلة يضيف قوة رأسية $P'_z$ إلى العجلات الخلفية للجرار ويعمل بذلك على ترحل قوة رأسية مقدارها ( $\frac{Y}{X_1}$ ) $P'_x$ من العجل الأمامي إلى العجل الخلفي وبالتالي يزيد من قابلية الجرار لتوليد قوة الدفع .

وعدم اتزان الجرار عندما تكون الآلة في وضع الرفع أو النقل هو العامل المحدد للآليات المعلقة . وقد يتطلب الأمر وضع كتل زائدة أمام الجرار لإعادة الاتزان الآليات التي لها امتداد طويل للخلف . وقد اقترح بورشلت وسميث[٤] أن يتم تصميم الآليات بهدف إحداث خط شد مرتفع نسبياً لإعطاء أكبر قدر ممكن من ترحيل وزن الجرار إلى العجلات الخلفية لزيادة قدر الدفع الأمامي ولكن ليس بالقدر الذي يؤدي إلى إحداث عدم اتزان عند مقدمة الجرار.

## ٨ ـ ١٧ التأثيرات الأفقية للشبك

من خواص الأداء في سحب آليات الحراثة المعلقة ضرورة الحصول

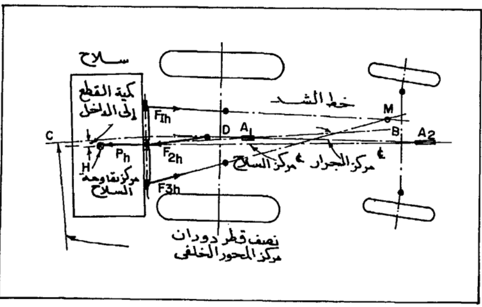
على عرض للقطع متجانس نسبياً عند العمل حول منحنى (في حالة العمل على خطوط كنتورية) بدون تأثير كبير على توجيه الجرار. وعندما لا يسمح للآليات المعلقة في الخلف بأي حركة جانبية بالنسبة للجرار، فإن الآلة سوف تقطع إلى الخارج، عندما يجري العمل على منحنى، ويتأثر توجيه الجرار بذلك ويصبح صعباً نظراً لوجود القوى الجانبية الناتجة من الآلة. وهذا التأثير غير مرغوب فيه خاصة في آلة مثل المحراث. والشبك ذو التأرجح الجانبي يعطي سهولة في التوجيه، ولكن الآلة تقطع إلى داخل الأركان كما هو مشروح في الفقرات التالية.

الشكل (٨ ـ ١١) يوضح منظراً أفقياً لآلة معلقة على جهاز الشبك الثلاثي. ويتقارب ذراعا الشبك السفليان إلى الداخل في اتجاه المقدمة ويكونا حرين في تحركهما في الاتجاه الجانبي. وفي حالة تشغيل الجرار على منحنى خفيف ـ كما هو موضح ـ تكون M هي المركز اللحظي للدوران لذراعي الشبك السفليين ولكنها لا تمثل نقطة الشبك غير الحقيقية. ونظراً لأن خط عمل القوة في الذراع العلوي لا تمر خلال النقطة M، فإن مجموع القوى في الأذرع الثلاثة يقع على الخط BH والذي يمر بين M، وخط مركز الجرار. والنقطة H تمثل المركز الأفقي للمقاومة على الآلة و BH وهو خط الشد. والقوة $P'_h$ هي قوة الشد المؤثر على الجرار وهي في حالة اتزان مع $F_{3h}, F_{2h}, F_{1h}$ . واتجاه القوة $P'_h$ يمكن تحديده من الوصلات الهندسية في المستويات الأفقية والرأسية.

والآليات التي ليس لها اتجاه ( أي الآليات التي لها قدر بسيط أو ليس لها مقاومة للقوى الجانبية ) تميل لأن تتحرك على طول خط الشد عندما يدور الجرار حول منحنى ، بينما يقوم نظام الشبك بضبط نفسه بحيث يكون BH متعامداً على نصف قطر المنحنى الذي يمر عبر H ومركز دوران الجرار . ويكون التأثير مشابهاً لحالة الآليات المقطورة من نقطة شد في خلال مساحة

صغيرة $A_1$ على خط وسط الجرار . وتقطع الآلة الأركان أكثر مما لو كانت M هي نقطة الشبك غير الحقيقية . ومجموع كميات القطع في الأركان هي المسافة من H إلى القوس CD كما هو موضح في شكل ( ٨ ـ ١١ ) :

وبعض الآليات، كما في المحراث القلاب المطرحي أو العزاقات تكون مجهزة بسكينة قرصية أو زعنقة للتوجيه. فهذا النوع يدور في حدود معينة وتتحرك في الاتجاه الذي توجه إليه بدلاً من التحرك في اتجاه الشد. وفي هذا الحالة تشد الآلة في اتجاه نقطة الشبك غير الحقيقية ومجالها $A_2$ والذي يمثل تقاطع خطي مركز الآلة ومركز الجرار (شكل ٨ ـ ١١)، وتضبط الآلة نفسها بحيث يصبح $A_2H$ عمودياً على نصف القطر الذي يمر بالنقطةH. وحيث إن $A_2$ تكون متقدمة للأمام عن $A_1$، فإن الآلة الموجهة تقطع الأركان أكثر من آلة لديها حرية التحرك في اتجاه الشد.




شكل (٨ ـ ١١) خواص السحب مع وصلات محورية متقاربة أفقية (الشبك الثلاثي) عندما تعمل حول منحنى .

وللحصول على السحب المثالي لأي آلة تدور في اتجاه منحنى (بدون قطع في الأركان)، فإن نقطة الشبك الأفقية (حقيقية أو غير حقيقية) يجب أن تكون على خط مركز الجرار، وعلى مسافات متساوية من مركز المقاومة (H) ومركز الشد على الجرار (D). وعلى جوانب التلال المنحدرة، عندما تكون مؤخرة الجرار تميل للانزلاق إلى أسفل المنحدر، فإن وضع الآلة الجانبي يتأثر أقل عندما يكون نقطة الشبك متقدمة في موقعها على الجرار. ويفضل وضع نقطة الشبك، عندما يكون في موقع متقدم عن المحور الخلفي، نظراً لسهولة التوجيه. وعليه، لا بد من عمل مفاضلة لاختيار أفضل وضع عام للشبك الأفقي للآليات المعلقة.

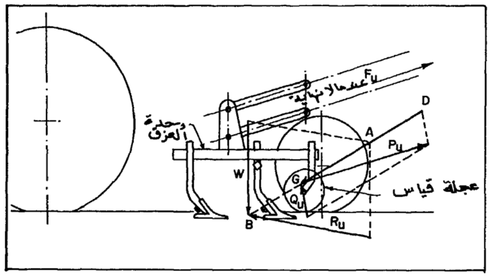
وكما هو موضح في الجزء ٦ ـ ٢ ، فإن المحراث المطرحي النصف معلق له عجلة خلفية والتي تتوجه أوتوماتيكياً بطريقة تجعل خلفية المحراث تتبع خط الجرار في المنحنيات. وهذه الطريقة تعطي شداً جيداً حول المنحنيات الخفيفة، كما في حالة الحراثة الكنتورية، وبقطع أقل للأركان مقارناً مع محراث معلق بحجم مماثل. وخصائص الاتجاهية نتيجة للضغط الجانبي للتربة على المسند تحد من حدة المنحنيات والذي يظهر فيه مدى فاعلية العجلة الخلفية عندما يكون منحنى الدوران مقعراً ناحية الأرض المحروثة.

**٨ ـ ١٨ الشبك بنظام الأذرع المتوازية :**

يستخدم الشبك بنظام الأذرع المتوازية مع أغلب عزاقات محاصيل الصفوف المعلقة وذلك لأن رفع أو خفض الآلة أو العامود الذي تركب عليه الأسلحة يغير من أعماق جميع الأسلحة بنفس المقدار، ولا يغير من خطوة الأسلحة. ويصبح بذلك تماسك الآلة في الاتجاه الجانبي المتعامد على خط السير مهماً جداً ليسمح بالعزق قريباً من النباتات.

وعمق العزق يمكن التحكم فيه في بعض الحالات من خلال نظام الرفع الميكانيكي (تشغيل بالروافع المقيدة) ولكن التشغيل الحر للوصلات مع

عجلات تحكم في العمق هو أمر شائع في الآليات العريضة وفي العزاقات متعددة الوحدات. ونقطة الشبك الرمزية لنظام التشغيل الحر للوصلات (شكل ٨ ـ ١٢) تكون عند تقاطع خطوط امتداد أذرع الشبك المتوازية، وبعبارة أخرى عند ما لا نهاية. وبالتالي $P_v$ مع نظام كهذا يجب أن تكون موازية للأذرع، وقيمة $Q_v$، عند ظروف تشغيل معينة يمكن تغيرها بتغير ميل الأذرع. وتحريك عجلة التحكم إلى الأمام أو إلى الخلف ليس له تأثير على قيمة $Q_v$.




شكل ٨ ـ ١٢ العلاقات بين القوى الرأسية لنظام الأذرع المتوازية والذي يعمل بنظام التشغيل الحر للوصلات.

## ٨ ـ ١٩ أنظمة ترحيل الحمل في الآليات المقطورة:

إن تأثيرات ترحيل الحمل الرأسي في الآليات المعلقة على مؤخرة الجرار قد نوقشت في القسم السابق، وترحيل الحمل في الآليات المقطورة كوسيلة لزيادة قابلية الجرار على توليد قوى الدفع يتساوى معه في الأهمية. ومعظم مصانع الآليات الزراعية توفر هذه الأنظمة في الآليات.

وأساساً، فإن نظام ترحيل الحمل في الآليات المقطورة يكون له نوع من الترتيب الذي يعطى عزم على ذراع شبك الآلة والذي ينتج عنه رفع النهاية

الخلفية لقضيب الشد، وكذلك مقدمة الآلة. وعليه، فمن المهم جداً أن يكون عمود (أو قضيب) الشد بالقدر الكافي من المتانة لتحمل هذه القوى. والتأثير على الجرار يكون شبيهاً بالتأثير الناتج عن الآليات المعلقة، فيما ينتج عنها من ترحيل قدر من الحمل من الآلة ومن العجلات الأمامية للجرار إلى عجلات الدفع الخلفية في الجرار. وهذا الترحيل يميل إلى تخفيض العمق في بعض الآليات. والحد الأقصى المسموح به لتخفيض الحمل الرأسي للآلة نتيجة لما يحدث من ترحيل يعتمد على ظروف التربة، وكتلة الآلة ونوعها وطريقة التحكم في العمق وقد يكون اتزان مقدمة الجرار واستجابة التوجيه هي أيضاً من العوامل المحددة.

إن أنظمة ترحيل الحمل المتوفرة حالياً تتطلب عادة بعض التعديلات أو الإضافات إلى ذراع الشبك للآلة، علاوة على تركيب وسائل خاصة على الجرار، عادة على نظام الشبك الثلاثي. وفي بعض الحالات يتم سحب الآلة من الذراع السفلي حيث تستخدم حساسية الذراع السفلي للشد في تغير قوة الرفع على الآلة كلما تغير الشد. وأقصى قيمة للحمل المرحل تحدد بضبط وضع ذراع التحكم الأوتوماتيكي في الشد. وفي بعض النظم الأخرى يتم السحب من ذراع الشد العادي للجرار مع إضافة قوة رفع ثابتة بواسطة ضغط هيدروليكي ثابت يمكن التحكم فيه على ذراع الرفع لأسطوانة هيدروليكية.

وهذان النوعان من نظم التحكم الهيدروليكي يعطيان مرونة في التشغيل على تربة غير مستوية بدون تغير كبير في مقدار الحمل المرحل. والتحكم الأوتوماتيكي في الشد يضيف حمل رأسي على العجل الدافع فقط عندما يكون هناك حاجة إليه. ونظام الضغط الثابت يعطي ترحيلاً في الحمل لزيادة المقدرة على الكبح عند سحب مركبة أو مقطورة.

# مراجع

1 - Agricultural Engineers Yearbook, 1976, pp. 282 - 289. ASAE, St. Joseph, Mich.

2 - BARGER, E.L.,J.B. LILJEDAHL, W.M. CARLETON, and E.G. McKIBBEN, Tractors and their Power Units, 2nd Edition, Chap. 15 John Wiley and Sons, New York, 1963.

3 - BATEL, W., and R. THIEL. Automatic control of agricultural machines. Grundl. Landtech., Heft 14: 5 - 13, 1962. NIAE transl. 206.

4 - BORCHELT, M. C., and O. A. SMITH. Lower link sensing in implement hitches. Agr. Eng., 43: 450 - 453, 468, Aug., 1962.

5 - CLYDE, A. W. Technical features of tillage tools. Pennsylvania Agr. Expt. Sta. Bull. 465 (Part 2), 1944.

6 - CLYDE, A. W. Pitfalls in applying the science of mechanics to tractors and implements. Agr. Eng., 35: 79 - 83, Feb., 1954.

7 - COWELL, P. A., and S. C. LEN. Field performance of tractor draught control systems. J. Agr. Eng. Res., 12: 205 - 221, 1967.

8 - DAVIS, W. M. Implement requirements in relation to tractor design. Agr. Eng., 42: 478 - 483, Sept., 1961.

9 - DWYER, M. J. The effect of draught control response on the performance of agricultural tractors. J. Agr. Eng. Res., 14: 295 - 312, 1969.

10 - JOHANNSEN, B. B. Tractor hitches and hydraulic systems. Agr. Eng., 35: 789 - 793, 800, Nov., 1954.

11 - LONG, M.E. Weight transfer with trailing implement. Implement and Tractor, 82 (23): 22 - 25, Now. 7,1967.

12 - MURPHY, K. E., M. C. BORCHELT, and M.. P. GASSMAN. Power weight transfer for towed implements. Agr. Eng., 51: 28 - 30, Jan., 1970.

13 - PERRSON, S. P. E., and S. JOHANNSON. A weight - transfer hitch for pull - type implements. Trans. ASAE, 10(6): 847 - 849, 1967.

14 - WILSON, R. W. Mounted vs. semi - mounted plows for large tractors. ASAE Paper 61 - 648, Dec., 1961.

## مسائل

٨ ـ ١ في شكل ٨ ـ ٣ إذا كانت العجلات مركبة على كراسي تحميل مشحمة ولها قطر تلامس ٦٣ ملليمتر ومعامل الاحتكاك للكراسي يعادل ١٥ , ٠ . احسب المسافة التي يجب توفرها بين مركز العجل وخط عمل $Q_v$ لتسبب دوران العجلة. وارسم شكل مضلع للقوى المؤثرة على العجلة. اهمل قوة الجاذبية على العجل، ولكن بين كل القوى الأخرى ونقطة الاتصال بين المحور وجلبه العجلة.

٨ ـ ٢ احسب المسافة المناسبة بين عجلتي الجرار واللازمة لشد محراث ٤ أبدان بعرض البدن ٣٦ سنتيمتراً حتى يعمل المحراث بدون قوى جانبية. افترض أن عرض الإطار الخلفي ٣٣٠ ملليمتراً والخلوص بين الإطار وحائط الأخدود ٢٥ ملليمتر. وضِّح الأبعاد على الرسم.

٨ ـ ٣ قس أبعاد دقيقة على جرار موصل معه محراث قلاب مطرحي على جهاز الشبك الثلاثي مع أذرع متقاربة للشبك.

أ ـ بواسطة طريقة بيانية، حدد موقع نقطة الشبك غير الحقيقية عندما يعمل المحراث على عمق ١٥ سم مع نظام حر للوصلات .

ب ـ حدد موقع نقطة الشبك غير الحقيقية عندما تكون نقطة المحراث الأمامية ملامسة لسطح الأرض مباشرة (عندما يبدأ المحراث دخول الأرض).

٨ ـ ٤ افترض أن قيمة $P_v$ هي ٩,٩ كيلونيوتن في شكل ٨ ـ ٧. حدد القوة في الذراع العلوي والقوى الكلية في الذراعين السفليين، مبيناً ما إذا كانت شداً أو ضغطاً. خذ الأبعاد والزوايا من الشكل بالكتاب وحل بالطرق التخطيطية. أيضاً حدد قوة الشد (الجر).

٨ ـ ٥ قارن بين التشغيل الحر للوصلات مع التشغيل المقيد للوصلات، بالنسبة للتأثير على الحمل على العجل الأمامي والعجل الخلفي للجرار وذلك للظروف المعروضة في شكل ٨ ـ ٧ و ٨ ـ ٨ و $R_v, W$ للآلة متماثلتين في الحالتين. وفي حالة التشغيل الحر للوصلات، القوة $P_v$ = ٩,٩ كيلو نيوتن وبميل قدره ١١ درجة و Y (شكل ٨ ـ ١٠) هي ١٥٠ ملليمتراً. وفي حالة التشغيل المقيد للوصلات، $P_v$ = ١٠,١٥ كيلو نيوتن عند ميل ٢٥ درجة و Y = ٧١ سنتيمتر. وطول المسافة بين عجلتي الجرار ( $X_1$ في شكل ٨ ـ ١٠) تكون ٢,٠٣ متر.

# الباب التاسع

## آليات الحراثة
## الحفارة والعاملة بقدرات مختلفة

# الباب التاسع

# آليات الحراثة الحفارة والعاملة بقدرات مختلفة

## ٩ ـ ١ مقدمة :

تعتبر المحاريث الحفارة ومحاريث تحت التربة من آليات الحراثة الأولية . والعزاقات الحقلية أيضاً قد تكون من النوع الحفار ، وهذا يعتمد على نوع السلاح أو السن أو جزء الحفر المستخدم في تطبيق معين . وتعتبر الأسلحة الحفارة ذات المقدمة المدببة والحواف القاطعة العريضة من الأنواع الشائعة الاستخدام . وتستخدم العزاقات أساساً في مقاومة الحشائش وإعداد مرقد البذرة ، وفي عمليات الحراثة الثانوية الأخرى . وبالرغم من أن مناقشة الآليات الحفارة في هذا الباب ترجع أساساً إلى المحاريث الحفارة والمحاريث تحت التربة ، فإن بعض الأساسيات والتأثيرات يمكن تطبيقها على العزاقات الحقلية .

والآليات المدارة بقدرة آلية أو التي تعمل بقدرات مختلفة لها أهمية خاصة نظراً لأن الجرارات الحديثة تولد قدرات أكبر مما يمكن تحويله إلى قوة شد عن طريق العجلات الخلفية بدون إضافة أي كتلة إضافية. وإحدى الطرق المستخدمة لتخفيض الكتلة الكلية المطلوبة ولتخفيض تأثيرها على كبس التربة هي أن يتم بتوصيل على الأقل جزء من القدرة مباشرة إلى أجزاء الآلة الملامسة مباشرة للتربة وذلك من خلال مصادر قدرة الجرار غير المستخدمة في توليد قوى الدفع مثل عمود الإدارة الخلفي .

وتوصيل قدرة المحرك إلى عمود الإدارة الخلفي يتميز بكفاءة عالية مقارنة بتوصيلها إلى العجل وتحويلها إلى قوة شد. وبالتالي فإنه لو كان هنالك توصيل مباشر للقدرة إلى التربة عن طريق أجزاء تتحرك ميكانيكياً فإن ذلك يؤدي إلى تخفيض في الطاقة الكلية المطلوبة للحراثة. والآليات العاملة بقدرات مختلفة الموجودة هذه الأيام عادة ما تتطلب قدرة مرتفعة عن الأسلحة العادية ولكن بعضها يعطي درجة تفتيت أكبر للتربة عن أسلحة الحراثة العادية.

ويحتوي هذا الباب ـ أيضاً ـ على طرق خلط التربة حيث يستخدم فيها عادة المحراث الدوراني في هذه العملية.

**٩ ـ ٢ المحاريث الحفارة ومحاريث تحت التربة:**

تستخدم هذه الآليات لتكسير وتفتيت التربة المضغوطة أو التربة قليلة النفاذية لتحسين مرور مياه الأمطار خلالها. ويتم الحصول على أحسن النتائج عندما تكون التربة جافة. ومحاريث تحت التربة لها واحدة أو أكثر من القصبات الثقيلة والتي تمكنها من العمل على أعماق تتراوح بين ٤٥ إلى ٧٥ سنتيمتراً [١٨ إلى ٣٠ بوصة] أو أكثر. والمحاريث الحفارة لها مجموعة من القصبات، وعادة ما توضع على مسافات حوالي ٣٠ سم [١٢ بوصة] من بعضها ومزودة بأسلحة حادة يمكن تغييرها. وقد تكون القصبات صلبة أو مرنة (زنبركية) أو قد تكون مرنة ذات خطوة سريعة. ويمكن للمحاريث الحفارة أن تعمل على أعماق أكبر من الأعماق العادية وذلك عندما يكون هناك طبقة صماء قليلة السمك نسبياً.

وتحت ظروف تربة غير العادية، أو عندما لا يراد قلب التربة، تستخدم المحاريث الحفارة في الحراثة الابتدائية بدلاً من المحاريث القلابة المطرحية أو القرصية. وحيث أن المحاريث الحفارة لا تفتت التربة بالقدر الكافي كما هو الحال في المحاريث القلابة المطرحية، فإنه لا بد من إجراء عملية الحراثة عدة

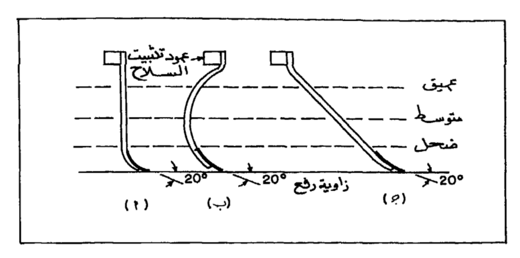
مرات متتابعة وذلك للحصول على مرقد جيد للبذرة .

## ٩ ـ ٣ تأثير شكل السلاح على قوى التربة :

إن زاوية رفع السلاح وميل القصبة له تأثير ملحوظ على قوة الشد اللازمة وكذلك على قوة التربة الرأسية V . وتعرف زاوية الرفع على أنها الزاوية بين وجه السلاح والمستوى الأفقي (شكل ٩ ـ ١). وتتم عملية التفتيت بأقل مجهود ممكن عندما يعطي السلاح قوة قص إلى أعلى على التربة، فضلاً عن القوى الطولية الضاغطة. وقد أوضحت الاختبارات أن الشد المطلوب يتناقص عندما تقل زاوية رفع السلاح، على الأقل إلى أن تصل إلى زاوية قدرها ٢٠ درجة[٣٠]،[٣١]، وقد وجد تانر[٣١] أن السلاح العريض المسطح ذي عرض ٥١ ملليمتراً [٢ بوصة] يعطي مركبة قوة كبيرة للتربة V تتجه إلى أسفل عندما تكون زاوية الرفع ٢٠ درجة، ولكن تكون V إلى أعلى عندما تكون زاوية الرفع أكبر من ٦٠ إلى ٧٥ درجة. وقد وجد أنه عندما تكون زاوية الرفع أكبر من ٥٠ درجة أن شكلاً مخروطياً من التربة المكسوبة يبقى ثابتاً على مقدمة السلاح، وحجم هذا الشكل يزيد كلما زادت زاوية الرفع. وقد لاحظ نيكولز وريفز[٢٢] تكوين شكل مشابه على قمة سلاح لمحراث تحت التربة له قصبة رأسية.

وبالرغم من أن زاوية رفع ٢٠ درجة وزاوية ميل ٢٠ درجة للقصبة هي أفضل من ناحية تخفيض قوى الشد اللازمة وكبر مركبة القوى الرأسية إلى أسفل V، إلا أن هذا التصميم لا يكون عملياً للاختراق العميق وذلك لزيادة الطول والامتداد الأمامي للسلاح. أيضاً فإن درجة التفتيت للتربة قد لا تكون مناسبة. وكحل وسطي عملي هو استخدام قصبة منحنية، كما هو واضح في شكل (٩ ـ ١ ب) وبميل يزداد من ١٥ إلى ٢٠ درجة عند قدمة السلاح إلى ٩٠ درجة أو أقل عند سطح التربة.

ويرتبط أفضل شكل للسلاح بعمق التشغيل. وجميع الأشكال الموضحة في شكل (٩ ـ ١) تعطي نفس قوة الشد ورد الفعل الرأسي V تقريباً عند



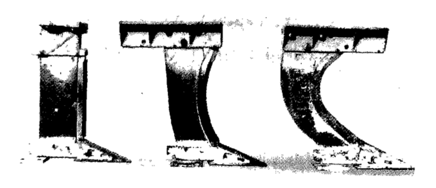

**شكل ٩ ـ ١: العلاقة بين أشكال أسلحة المحاريث الحفارة عند أعماق تشغيل مختلفة**
**. (After G. Spoor[30])**

الأعماق الضحلة. وعند العمل على العمق المتوسط فإن الشكل أ يتطلب شد أعلى من الأشكال ب أ، ج وذلك يرجع لتأثير الجزء الرأسي تحت سطح التربة. وعند عمق تشغيل كبير، فإن التقوس الأمامي للجزء العلوي للشكل ب يؤدي إلى وجود قوة إلى أسفل على التربة والتي، بدورها، تؤدي إلى زيادة قوة الشد عن الشكل ج.

وتأثير الشكل على قوة الشد قد تم توضيحة كمياً بواسطة النتائج التي تحصل عليها نيكولز وريفز[٢٢] مع ثلاثة أشكال للمحاريث تحت التربة كما هو موضح في شكل (٩ ـ ٢). وعند العمل على عمق ٣٦ سنتيمتراً [١٤ بوصة] في تربة طينية مكبوسة كبساً عالياً، فإن السلاح الذي كانت قصبته مستقيمة قد أعطى قوة شد ١٢,٤ كيلو نيوتن [٢٧٩٠ رطل قوة] . وسلاح تحت التربة ذي التقوس الخفيف أعطى ١٦ ٪ قوة شد أقل من السلاح المستقيم ولكن ١ ٪ أكبر

من سلاح له تقوس شديد. وفي مقارنة أخرى، فإن إمالة القصبة المستقيمة إلى الخلف بزاوية ١٥ درجة من الرأسي قد أدى إلى انخفاض قوة الشد بمعدل ١٢ ٪ واستخدام السلاح ذي القصبة المقوسة قد خفض قوة الشد بما يعادل ٢٨ ٪.

### ٩ ـ ٤ تأثير العمق والسرعة على قوة الشد المطلوبة لآلات الحراثة الحفارة:



**شكل ٩ ـ ٢ : ثلاثة أشكال من محراث تحت التربة قورنت ببعضها في قياس القوة المطلوبة للشد (M. L. Nichols and C. A. Reaves[22]) .**

إن النتائج المتحصل عليها من أكثر من دراسة حول تأثير العمق على الشد النوعي كانت غير متفقة مع بعضها البعض. وقد كان من الواضح أن تأثير العمق يعتمد على شكل السلاح، وتوجيهه، نوع التربة، وظروف التربة. وتشير النتائج إلى اتجاه نحو زيادة الشد النوعي بقدر معقول مع زيادة العمق في تربة متماسكة.

ومعظم النتائج المتاحة عن تأثير السرعة هي عن سلاح مسطح وعند سرعات منخفضة وهي لا تعني الكثير فيما يتعلق بالعملية الحقلية. وقد قام بيني[٢٥] بإجراء بعض الاختبارات على أسطح مسطحة رأسية عند سرعة ٩,٦ كيلومتر/ سرعة [٦ ميل/ساعة]. وفي ثلاثة أنواع مختلفة من

الأراضي وجد أن زيادة قـوة الشد بين السـرعات ٤,٨ و ٩,٦ كيلومتـر/ساعـة [٣و ٦ ميل/ ساعة] كانت من ١١ إلى ١٦ ٪. كما قام ريد[٢٧] بإجراء اختبارات على عزاقتين حقليتين (مع أسلحة لها حـواف جانبيـة) في نوعين من الأراضي اللومية، وقد وجد أن هناك زيـادة في قوة الشـد من ٤ إلى ١٣ ٪ عندمـا زادت السرعات من ٤,٨ إلى ٩,٦ كيلومتر/ ساعة [٣ إلى ٦ ميل/ ساعة]. مـاكبن وريد[٢١] قد دونا بعض النتائج عن محراث تحت التـربة عنـد سرعـات من ٤ إلى ١٤,٥ كيلومتر/ ساعة [٢,٥ إلى ٩ ميل/ سـاعة] والتي يمكن أن تـطابق بمعادلة على نفس صورة المعادلة ٦ ـ ٢ (الجزء ٦ ـ ٢٢) ولكن بثوابت ٠,٩٤٤ و ٠,٠٠٢٤ [٠,٩٤٤ و ٠,٠٠٦٢] . وزادت قوة الشد بين السـرعات ٤,٨ و ٩,٦ كيلومتر/ ساعة بنسبة ١٦ ٪.

إن مساحة سطح السلاح، زاوية الرفع، عمق الحرث، ظروف التربة هي من العوامل التي دون شك تؤثر على قيمة تأثير السرعة للآليات الحفارة. وفي بعض الحالات يمكن فرض علاقة خطية بين الشـد والسرعـة وذلك في مـدى محدود للسرعة.

**٩ ـ ٥ الحراثة بالآليات الاهتزازية أو التذبذبية (*) :**

لقد تم إجراء عدد كبير من الأبحاث على آليات الحراثة الاهتزازية، وكان الغرض الأساسي من هذه الأبحاث هو احتمالات هذا النظام لتخفيض قوة الشد اللازمة، زيادة كفاءة استغلال الطاقة الكلية لتفكيك التربة وتحقيق قدر أكبر من التحكم في درجة تفتيت التربة. وتقليل قوة الشد هو من الأمور المرغوب فيها خاصة في حالة الآليات التي تتطلب قوة شد عالية مثل محاريث تحت التربة. جن وترمونتيني[١١] كانا من أوائل الباحثين في مجال أسلحة الحراثة الاهتزازية التي بدأت في أوائل الخمسينـات ولكن معظم الأبحـاث في هذا المجـال قد

* المصطلحات اهتزازية (أو مهتزة) وتذبذبية (أو متذبذبة) تستخدم بصفة متبادلة في التقارير البحثية وفي هذا الكتاب أيضاً.

دونت منذ عام ١٩٥٧ . والمرجع ٣٢ يعرض مراجعة شاملة للأبحاث المنشورة عن الحراثة الاهتزازية، بينما المرجعان ٩، ١٠ يعرضان ملخصات أقل شمولية.

ومعظم الأبحاث قد أجريت بأسلحة بسيطة مسطحة، في صندوق التربة في المختبرات. ومع ذلك فقد أجريت بعض الاختبارات الحقلية على نماذج متكاملة لأسلحة حراثة مثل محاريث تحت التربة والمحاريث المطرحية القلابة. وقد صنعت وبيعت المحاريث تحت التربة التذبذبية في الولايات المتحدة الأمريكية.

وتشتمل عوامل التشغيل لنظام الحراثة الاهتزازية على السرعة الأمامية تردد الاهتزاز، اتساع الاهتزاز، واتجاه ونمط الحركة الاهتزازية، وشكل السلاح وزاوية رفع السلاح والخواص الطبيعية للتربة. وقد أشارت أبحاث عديدة إلى وجود ارتباط جيد بين الانخفاض في قوة الشد والصور المختلفة العوامل التي تعكس نسبة سرعة التحرك الأمامية إلى سرعة الاهتزاز . ومن العوامل الأخرى التي تمت دراستها هي عدد دورات الاهتزاز لكل وحدة مسافة تحرك أمامية والتي تشمل تأثير سرعة التحرك والتردد وليس مقدار اتساع التردد .

### ٩ ـ ٦ تأثيرات أسلحة الحراثة التذبذبية :

تشير نتائج الأبحاث إلى أنه بوجود التوافق المناسب لقيم العوامل المختلفة السابقة الذكر، فإن متطلبات الشد ممكن أن تنخفض بنسبة ٥٠ إلى ٧٥ ٪ بالمقارنة مع أسلحة غير اهتزازية، وقد تحسن أيضاً مقدار تفتيت التربة في الأسلحة الاهتزازية[٣٢]. والتأثيرات الذي ذكرت للعوامل المختلفة كانت تختلف اختلافاً واسعاً، ولكن عموماً قد وجد أن الانخفاض في الشد يزيد بزيادة سرعة الاهتزاز ويقل بزيادة سرعة التحرك.

وتأثير التردد واتساعه ـ يقل بسرعة ـ عندما تزيد قيمتها عن حد أمثل. وقد وجد العديد من الباحثين أن تأثير الاهتزاز كان أكثر وضوحاً عند تردد يعطي سرعة سير أمامية لكل دورة وتكون مساوية أو أقل بقليل من المسافة بين مستويات القص الطبيعية التي يتم الحصول عليها بسلاح غير متذبذب[٣٢]. وهذه العلاقة تجعل التردد الأمثل كدالة من الخواص الطبيعية للتربة. وقد كانت الترددات في معظم الاختبارات بين ١٠ إلى ٥٠ هيرتز (دورة/ ثانية). بينما كان اتساع التردد يتراوح من ٢,٥ إلى ١٣ ملليمتر [٠,١ إلى ٠,٥ بوصة] وهي القيمة الأكثر شيوعاً.

وبالرغم من أن اهتزاز السلاح قد أدى إلى تخفيض في قدرة الشد المطلوبة، إلا أن متطلبات الطاقة الكلية قد خفضت بدرجة قليلة جداً، وفي بعض الحالات فقد زادت زيادة كبيرة جداً. وظروف التذبذب التي تعطي تخفيضاً كبيراً في قوة الشد قد لا تكون في العادة هي الأفضل بالنسبة الطاقة الكلية المطلوبة. وعلى سبيل المثال في حالة سلاح خطافي بسيط في صندوق التربة[٣٢] أوضحت التجارب أن الطاقة الكلية زادت بنسبة ١٥٠ إلى ٢٠٠ ٪ عندما كان السلاح يهتز بطريقة تؤدي لتخفيض قوة الشد بنسبة ٨٠ ٪ بالمقارنة مع سلاح غير مهتز. ولكن بتطبيق توفيقة من التردد والاتساع والتي قد خفضت الشد بنسبة ٤٠ ٪ إلى ٥٠ ٪ فقط، كانت الطاقة الكلية مساوية للطاقة المستخدمة في الأسلحة غير المهتزة.

والأبحاث المنشورة التي قارنت الطاقة الكلية المطلوبة للأسلحة الاهتزازية تتعارض مع بعضها في كثير من الأحيان. جن وترمونيتني[١١] قاما بعمل اختبارات حقلية باستخدام سلاح بسيط مائل يشبه محراث تحت التربة، ويعمل على عمق ١٩ سنتيمتراً [٧,٥ بوصة]، وقد وجدا أن هناك تخفيضاً طفيفاً في الطاقة الكلية عندما كان السلاح يهتز أفقياً.. وقد ذكر فيرما[٣٢] في تقرير له على محراث تحت التربة أن الاختبارات أوضحت أن الاهتزازات خفضت الطاقة الكلية المطلوبة بنسبة ٣٥ ٪ وفي دراسة أخرى لمحراث تحت

التربة والتي قد خفض الشد فيها بنسبة ٢٠ إلى ٤٠٪ ولكن بدون أنخفاض في الطاقة الكلية. وقد نشر وايزمر ومساعدوه(٣٤) تقريراً عن اختبارات لمحراث تحت التربة والذي أوضحت أن الاهتزازات الرأسية تزيد من الطاقة الكلية المطلوبة.

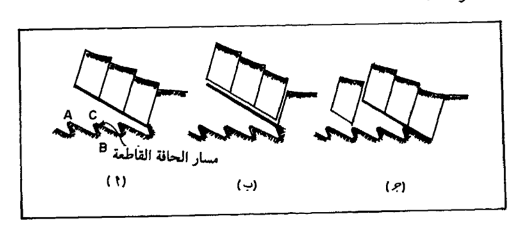
وقام أجينميلر(٧) بتجارب على هز السلاح وبدن المحراث المطرحي كله بحيث تكون اتجاهات الاهتزازات عكس بعضها البعض. وقد حاول مجموعة واحدة من اتجاهات الاهتزازات للمحراث، تم اختيارها بناء على خبرات قد اكتسبت مع أسلحة عادية. وباستخدام اتساع للاهتزازات يعادل ٩ ملليمتر [٠,٣٥ بوصة] وتردد ٢٠ هيرتز، كانت قوة الشد أقل بنسبة ٥٠ إلى ٦٠ ٪ مقارنة بأسلحة غير مهتزة، ولكن الطاقة الكلية المطلوبة كانت أكبر بحوالي ٣٠٪ إلى ٤٠ ٪. وفي أبحاث أخرى(١٤) استخدم الباحثون هز السلاح والجزء السفلي من المحراث المطرحي «في اتجاه محصلة رد فعل التربة»، باستخدام هزاز كهرومغناطيسي وعند سرعة ٤,٨ كيلومتر/ ساعة [٣ ميل/ ساعة] وتردد ٥٠ هيرتز، قد انخفضت قوة الشد بنسبة ٢٨ ٪ وكانت الطاقة الكلية قد خفضت بنسبة ٢٠ ٪. وعند سرعة ٦,٤ كيلومتر/ ساعة [٤ ميل/ساعة] فلم يؤد هز الأسلحة إلى خفض في قوة الشد وزادت الطاقة الكلية. وربما يكون أجينميلر قد فقد كل الطاقة في هز الجزء العلوي من البدن، وربما لم يحصل على الاتجاه الأمثل للاهتزاز.

### ٩ ـ ٧ أساسيات الحراثة الإهتزازية:

إن الأبحاث التي نشرت قبل عام ١٩٧٠ لم تعط فهماً كاملاً لأساسيات الحراثة الاهتزازية وأسباب الانخفاض الملحوظ في قوة الشد. وهناك أدلة تؤكد أن الاهتزاز يؤدي إلى تغيرات طبيعية في التربة وينتج عنها انخفاض في قوة الشد(٣٢). وكما هو موضح في الجزء ٩ ـ ٦ أن الفترة الطبيعية لقص التربة بالأسلحة الغير مهتزة لها تأثير مهم على قوة الشد.

وقد أوجد بوياد وتاليزني[٣]معادلة رياضية لسرح يهتز اهتزازاً أفقياً، وقد مثل مرونة التربة والسلاح بواسطة ياي وأهمل السرعة والتأثيرات الديناميكية. وقد وقد أوضحت التجارب التي أجريت في صندوق التربة أنه عند السرعة ١٨, ٠ كيلومتر/ ساعة [١١, ٠ ميل/ ساعة] في تربة سلتية رملية أن النتائج كانت متفقة تماماً مع النتائج الحسابية.

وقد توصل أجينميلر[٦] إلى نتيجة من الاختبارات المعملية والتحليل، وهي أنه للحصول على أقصى قدر من تخفيض لقوة الشد يجب أن يتم اهتزاز آلة الحراثة بطريقة تفصل فصلاً محدداً لعمليات القطع والرفع للتربة للتقليل من الاحتكاك بين التربة ومعدن السلاح... كما هو موضح في شكل (٩ - ٣). في هذا المثال، فإن السلاح يكون مركباً على مفصل عند نقطة في أعلى وأمام الحافة القاطعة، وبالتالي فإنه في مشوار الحركة إلى الأمام تتحرك الحافة القاطعة إلى أسفل وعلى طول المسار AB. وإذا كانت الحركة الأمامية لإطار الآلة أثناء دورة اهتزاز واحدة أقل بقليل من اتساع الذبذبة، فإن الحافة القاطعة عند مشوار العودة سوف تتحرك قليلاً إلى الخلف بالنسبة للتربة على طول المسار BC.




شكل ٩ - ٣: التشغيل المثالي لآليات الحراثة الاهتزازية: أ - تفكيك وإكساب التربة تسارع إلى أعلى. ب - التربة مرفوعة عن السلاح بالقصور الذاتي، عند بداية مشوار القطع. جـ - نهاية مشوار القطع (A. Eggenmuller[6]).

ويقع فعل القص أثناء مشوار العودة (شكل ٩ ـ ٣أ). وبما أن تحرك السلاح إلى الأمام يكون قليلاً جداً أو معدوماً خلال هذه العملية، فإن الطاقة اللازمة للقص، والرفع، وإكساب التربة عجلة إلى أعلى لا تؤثر على الشد. وحركة التربة إلى أعلى علاوة على أن حقيقة التربة تكون مفككة، تؤدي إلى تقليل الاحتكاك على السطح العلوي للسلاح في خلال المشوار الأمامي (بين شكل ٩ ـ ٣ ب و ٩ ـ ٣ جـ). ويقوم السلاح على إنجاز القطع الجديد على زاوية صغيرة مع رفع بسيط للجزء المقطوع. وإذا كانت العلاقة بين زاوية الاهتزاز، وزاوية رفع السلاح، والحركة الأمامية لكل دورة صحيحة، فإن ذلك يؤدي إلى وجود خلوص مناسب بين أسفل السلاح والتربة. وفي وجود مثل هذه الحالات المثالية، فإن الشد المطلوب يتركز فقط في مقاومة القطع، وللتغلب على القدر اليسير لقوى الاحتكاك بين التربة المقطوعة حديثاً والمنزلقة على السطح العلوي للسلاح.

والاختلافات الكبيرة بين النتائج المتحصل عليها فيما يتعلق بتأثير الاهتزاز على المتطلبات الكلية للطاقة تشير إلى ضرورة إجراء المزيد من الأبحاث والدراسات لتحديد الطريقة المثلى لتطبيق الطاقة على التربة من خلال الأسلحة المهتزة ، والحقيقة الماثلة التي تشير إلى التخفيض الكبير في متطلبات القدرة الكلية الذي يمكن الحصول عليه تحت ظروف معينة قد توفر حافزاً كافياً لإجراء المزيد من الدراسات في هذا المجال .

وقد كانت العلاقة بين السرعة ـ والإزاحة للأسلحة الهزازة تتبع منحنى جيبي. وهنالك أنماط أخرى قد تكون أكثر فاعلية. وربما يكون من الضروري جعل مشوار العودة مختلفاً عن المشوار الأمامي. واستغلال الطاقة عبر الموجات الصوتية قد تكون له إمكانات تطبيق عديدة في مجال صناعة البناء لقطع الصخور والتربة الصلبة[٣٢]. وقد يكون لإستخدامات الموجات الصوتية قدر من الأهمية في الأبحاث المتعلقة بالحراثة.

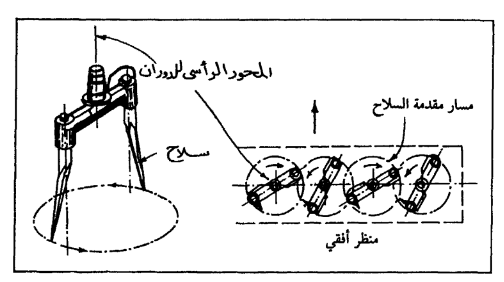
**٩ ـ ٨ أسلحة الحراثة الدوارة العاملة بقدرات مختلفة**

لقد استخدمت تصميمات عديدة وتركيبات مختلفة في أسلحة الحراثة الدوارة والعاملة بقدرات متعددة مثل الوحدات ذات المحور الرأسي والوحدات ذات المحور الطولي والوحدات ذات المحور المستعرض. وأكثر الأنواع شيوعاً هو النوع الذي يتكون من أسلحة مركبة على طول محور دوار أفقي بحيث يكون في اتجاه عمودي على الحركة. ويعرف هذا النوع باسم المحراث الدوراني.

وآلات الحراثة ذات المحاور الرأسية الدوارة، والتي طورت في أوروبا قد بدأ استخدامها في الولايات المتحدة الأمريكية في حوالي عام ١٩٧٠. وتحتوي هذه الآلة على مجموعات متتالية من أسلحة رأسية تتكون كل مجموعة فيها من سلاحين على طول عرض الآلة. ومسارات الحركة للسلاح الدوار تتقاطع مع بعضها كما هو موضح شكل (٩ ـ ٤). والآلات ذات المحاور الرأسية تعتبر مشابهة في عملها بالآلات ذات المحاور الأفقية الدوارة بالنسبة لتفتيت التربة والقدرة المطلوبة، ولكنها لا تعمل بطريقة جيدة في التربة المغطاة بالنباتات[٥]،[٢٤]. وينحصر عمل هذه الآليات في الحراثة الثانوية كإعداد نهائي لمرقد البذرة.

والآلات ذات الأسلحة الجاروفية الدوارة قد استخدمت في أوروبا لعدة سنوات. وآلة الأسلحة الجاروفية لها عمود دوار مستعرض ومركب عليه الأسلحة الجاروفية بواسطة أذرع وتأخذ الأسلحة القدرة اللازمة لها من هذا العمود الدوار. وتقوم الأسلحة الجاروفية، أي المجارف، بالحفر من الأمام وتقطع وتفتت أجزاء من التربة، وترفعها إلى الخلف. وفي أحد أنواع آليات الأسلحة الجاروفية فإن كل سلاح يميل عندما يحدث رفع جزئي للتربة، وبالتالي يتسبب في سقوط كتل التربة. وفي نوع آخر تكون الأسلحة مثبتة على أذرع ثابتة ويتم دفع التربة بعيداً عن الأسلحة بواسطة أجزاء مثبتة على الخلف. ويعتبر هذا نوع

من الآليات ذات الأسلحة الدوارة الجاروفية مشابهاً للمحراث المطرحي في تفتيت التربة وفي القدرة اللازمة للعمل[٥]. وكما هو الحال مع المحاريث




شكل ٩ ـ ٤ التركيبات الأساسية للمحاريث الدورانية ذات المحاور الرأسية . والتروس الموجودة على نهاية الجزء العلوي للعمود الدوار تنقل القدرة من محور دوار إلى الذي يليه ويعطي اتجاهاً دورانياً مخالفاً للاتجاه الأول .

الدوارة فهي تأخذ معظم القدرة اللازمة لها من عمود الإدارة الخلفي. ولكن لها مشاكل نظراً للتعقيدات الميكانيكية، وقصر العمر التشغيلي، كما أن تغطيتها لبقايا النباتات غير جيدة. وتكون السرعة الأمامية محددة بحوالي ٢ كيلومتر/ساعة [١,٥ ميل/ساعة][٢٤]، ومن المعروف أنها تقوم بعمل جيد في الأراضي الثقيلة.

وأنواع المحاريث المطرحية القلابة التي يستبدل فيها الجزء الخلفي من المطرحة بجزء دوار قد أنتجت بطريقة اقتصادية في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا[٢]. وهذه الأجزاء الدوارة عادة ما يكون لها أسنان للمساعدة في تفتيت التربة. ويكون الشد أقل مقارنة بالمحراث القلاب المطرحي، ولكن تكون متطلبات القدرة الكلية أكبر[٢]. وفي بعض الحالات ـ وتحت ظروف معينة ـ قد

تكون عملية تفتيت التربة مرضية للمرقد النهائي للبذرة، لكنها لا تكون مرضية في الأراضي الجافة المكبوسة. ويكون العمل صعباً في حالة التربة المغطاة بالنباتات. والأسلحة الدوارة تجعل هذه الآلة أكثر تعقيداً وأغلى ثمناً عن المحاريث التقليدية. . والمحاريث القلابة المطرحية والتي يستبدل فيها معظم أو كل المطرحة بسير أو أعضاء دوارة قد تم أيضاً تطويرها أساساً للحصول على انزلاق نظيف، وبالتالي تحقيق أفضل نتائج في الحراثة (الجزء ٦ ـ ١٣).

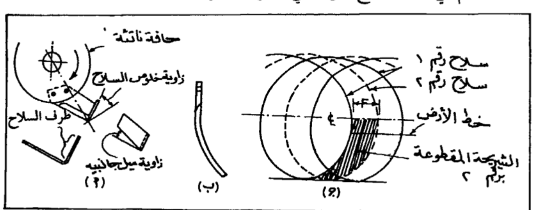
**٩ ـ ٩ المحاريث الدورانية التقليدية :**

قد أدخلت المحاريث الدورانية السويسرية الصنع إلى الولايات المتحدة عام ١٩٣٠ م، وبعد فترة وجيزة بدأت بعض المصانع الأمريكية في إنتاج هذا النوع من الآليات[١٧]. وكانت النماذج الأولى صغيرة الحجم من النوع الذي يستخدم في الحدائق. والآن تقوم عدة مصانع بعمل وحدات ثقيلة معلقة أو مقطورة على جرارات ضخمة في الحقول الكبيرة بعرض يصل إلى ٤ أمتار [١٣ قدم] أو أكثر. والجرارات المستخدمة مع هذه الوحدات، عند عمليات الحراثة البدائية، لا بدَّ وأن يكون لها قدرة تعادل ٠,٣ كيلووات لكل سنتيمتر من عرض المحراث [واحد حصان لكل بوصة من العرض] كحد أقصى من القدرة على عمود الإدارة الخلفي.

واستخدامات المحاريث الدورانية للحراثة الابتدائية في الحقول الكبيرة ما زالت محدودة جداً في الولايات المتحدة الأمريكية ، وذلك لأن القدرة المطلوبة لها مرتفعة جداً وتعطي تفتيتاً زائداً للتربة . وبالرغم من أن التفتيت الزائد غير مرغوب فيه لإعداد مرقد الجذور ، إلا أنه يعطي للمحراث الدوراني التقليدي أو ذي المحور الرأسي الدوار أفضلية في إعداد شرائح مرقد البذور للزراعة على مصاطب. والمحراث الدوراني التقليدي يعتبر جيداً في قطع المواد الخضراء وخلطها جيداً بالتربة المحروثة، ولكن التغطية لا تكون بالجودة الموجودة كما في حالة المحراث المطرحي. وهذه المحاريث فعالة

جداً في خلط المواد الكيماوية وكذلك في مقاومة الحشائض في أنواع معينة من المحاصيل المـزروعة في صفـوف وتستخدم المحـاريث الدورانيـة على مدى واسـع في حقول الأرز في اليـابان[١٦] وفي بعض البـلاد الآسيويـة الأخـرى. وحقول الأرز في هذه البلاد تكون عبارة عن برك طينية بفعل المحاريث الدوارة تحت الماء.

وقد تم تطوير وإنتاج أنـواع وأشكال عـديدة من الأسلحـة ولكن السلاح الجاروفي مثل الموضح في شكل (٩ ـ ٥أ) هو المفضـل عن بقية الأنـواع في جميع الأحوال وأكثرها انتشاراً . وشكل (L) يعتبر أفضل من السلاح الخطافي أو الشكل المدبب في حالة وجود بقايـا للنباتـات ، وهي تعتبر فعـالة أكثـر في مقاومة الحشائش ولا تفتت التربة بالدرجة الكبيرة [١] . والاختلافات في الشكل الجاروفي قد تأخذ تقوساً تدريجياً (شكل ٩ ـ ٥ ب) أو انحناء بنصف قطر كبير لاستخدامه في أوضاع خاصة، كما في حالة العمل بجانب مصاطب النباتـات وتستعمل في بعض الأحيان أسلحة مستقيمة تركب وضع قـطري تقريبـاً، ولها طرف ذي قطاع رقيق مستطيل الشكل وفي اتجاه خط السير على الآليات التي تستخدم في تفتيت سطح التربة وفي الحراثة الثانوية.




شكـل ٩ ـ ٥ : أ ـ ثلاثـة مناظـر لسلاح على شكـل حـرف لـ لمحـراث دوراني تقليـدي. ب ـ سلاح مقوس. جـ ـ مسارات القمة القاطعة أو مقدمة لسلاحين بزوايا ١٨٠ درجة مع بعضها بالنسبة للتحرك للأمام.

ويدور العضو الدوار في نفس اتجاه دوران عجل الجرار، بالرغم من أن الدوران في الاتجاه العكسي قد درس بواسطة باحثين عديدين. ويقطع كل سلاح قطاعاً من التربة أثناء تحركه إلى أسفل وفي اتجاه الخلف (شكل ٩ ـ ٥ جـ). وأغلب المحاريث الدورانية تقوم بعمل ٢ أو ٣ قطعات لكل لفة في التربة (على طول خط معين) وطول القطع (F) يعرف على أنه مقدار التحرك الأمامي لكل قطعة. وسمك شريحة التربة المقطوعة يختلف أثناء القطع وبالتالي فإن قوة القطع تختلف أيضاً. وقد قام فينوجرادوف وليونتيف[٣٣] بتحليل القوى المؤثرة على الأسلحة وقياس القوة بالنسبة للزمن خلال حدوث عملية قطع واحدة. وقد درسا عملية القطع باستخدام التصوير السينمائي السريع.

ونتيجة لعزوم الذروة الناتجة أثناء القطع ، فإنه من المهم توزيع الأسلحة في مسارات مختلفة وعلى أبعاد زاوية متساوية حتى لا يحدث أن يقابل سلاحان التربة في نفس الوقت[١٠] . ويجب أن يكون التوزيع المتبادل للأسلحة متماثلاً حول خط المركز الوسطي الطولي للآلة .

والقوة النافعة للتربة المؤثرة على الأسلحة الدوارة أمامياً لمحراث دوراني لها مركبة لأعلى V ومركبة تؤثر إلى الأمام L. والقيم النسبية لهذه المركبات تتأثر بعدة عوامل، تشمل العمق، قطر المحور الدوار، طول القطع، نوع وظروف التربة، نوع السلاح وزاوية خلوص السلاح (شكل ٩ ـ ٥ أ). والمركبة المؤثرة إلى أعلى تقلل من مقدار قوة ثقل الآلة والتي يجب أن تدعم بواسطة عجلات الضبط أو الجرار، وتحت ظروف معينة قد تتسبب في دوران الآلة خارج التربة. وقد أجرى فيرلونج[٩] اختبارات على عدة أشكال من الأسلحة من النوع الجاروفي مركبة على محور دوار بعرض ٠,٦١ متر [٢٤ بوصة] وقطر ٤٦ سنتيمتراً [١٨ بوصة]، وقد وجد أن القوى المؤثرة إلى أعلى تختلف اختلافاً

كبيراً، وتزيد زيادة سريعة بزيادة العمق، ومتوسطها يعادل ٤,٤ كيلو نيوتن [١٠٠٠ رطل] على عمق ١٥ سنتيمتراً [٦ بوصة] في تربة سلتية طميية.

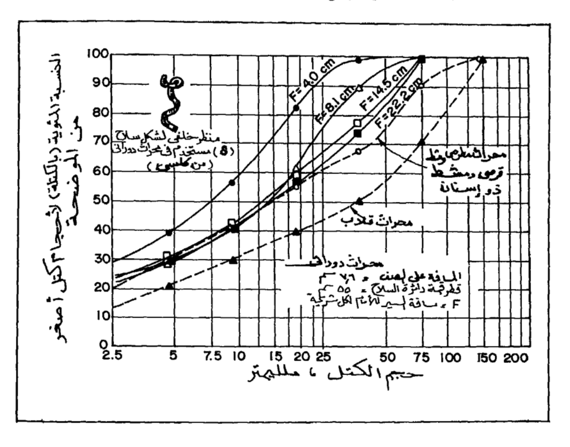
وينتج عن المركبة الأمامية قوة شد سالبة، وكذلك متطلبات طاقة نوعية للدفع سالبة، ويزيد الإثنان معاً في المقدار بزيادة طول القطع (شكل ٩ ـ ٧ ب). وقوة الدفع الأمامي الناتجة من الشد السالب يمكن أن تؤدي إلى مشاكل في اتزان الجرار[٣٤]. وفي الاختبارات التي أجراها فيرلونج مستخدماً أسلحة مختلفة كانت احتياجات القدرة السالبة ممثلة بالقوة المحورية الأمامية أقل من ٧ ٪ من القدرة اللازمة للمحراث الدوار عندما كان طول القطع ٥ سنتيمتر [٢ بوصة] ولكنها بلغت ٢٠ ٪ من القدرة اللازمة للمحراث الدوار عندما كان طوله ١٥ سنتيمتر [٦ بوصة].

## ٩ ـ ١٠ تأثيرات التفتيت ومتطلبات الطاقة للمحاريث الدورانية العادية.

من أهم العوامل التي تؤثر على درجة تفتيت التربة والطاقة النوعية المطلوبة لذلك هي طول القطع، عمق القطع، سرعة الدوران، شكل السلاح، نوع التربة، وظروف التربة. وكما سبق ذكره، أن التفتيت الزائد تحت ظروف معينة بالإضافة إلى متطلبات القدرة المرتفعة، هي من المشاكل الرئيسية التي تحد من استخدام المحراث الدوراني في عمليات الحراثة الابتدائية كلها.

وقد وجد فرفيرت[٦] أن مقاس كتل التربة يزداد زيادة كبيرة بين طول قطع ٤,٠ و ٨,١ سنتيمتر [١,٦ و ٣,٢ بوصة]، ولكن لا توجد زيادة تذكر عند طول قطع أكبر من ذلك (شكل ٩ ـ ٦). وقد أوضحت هذه النتائج أنه حتى مع طول قطع ١٥ سنتيمتراً إلى ٢٣ سنتيمتر [٦ إلى ٩ بوصة] فإن درجة التفتيت كانت كبيرة مثل الدرجة التي تحصل عليها باستخدام المحراث المطرحي القلاب لعدة مرات، ومشط قرصي (مرتين متتاليتين)، مشط ذي أسنان. ويجب

أن نلاحظ أن شكل السلاح يختلف بطريقة ما عن شكل L الذي تم ذكره سابقاً. وقد وجد فيرلونج[٩] زيادة في حجم الكتل بين طول قطعة ٥ سنتيمتر إلى ١٥ سنتيمتراً [٢ بوصة إلى ٦ بوصة] عندما كان العمق ٥ سنتيمتر أو ١٠ سنتيمتر [٢ بوصة، أو ٤ بوصة] ولكن لم يحدث تغيير عندما كان العمق حوالي ١٥ سنتيمتراً [٦ بوصة] وقد وجد باحثون آخرون أن هناك تأثيراً بسيطاً لطول القطع على حجم الكتل أو قد تحدث فيه زيادة بسيطة. وبالتالي فإنه من المقبول عامة أن زيادة طول القطعة تحدث تخفيضاً في التفتيت ولكن التأثير في هذه الحالة يبدو وكأنه يتأثر بعوامل أخرى.




شكل ٩ - ٦: توزيع أحجام كتل التربة الناتجة من معاملات مختلفة للحراثة والمطبقة على حقل مغطى بالنباتات في تربة طميية سلتية وتحوي على رطوبة مقدارها ٢٨ ٪.

. (R. K. Frevert[8] )

هندريك وجيل[١٢] قد حللا ولخصا نتائج الأبحاث المختلفة التي أجريت على المحراث الدوراني التقليدي . وقد خلصا إلى أنه ليست هناك علاقة ثابتة بين عمق القطع ودرجة التفتيت ولكنهما أشارا إلى أن الغطاء والغلاف قد يكون لهما تأثير فعال على حجم الكتل. والنتائج التي وردت في تقريرهما أوضحت أن حجم الكتل قد ينخفض بطريقة ما بزيادة سرعة الدوران والسرعة الأمامية (عند طول قطعة ثابت).

وطول القطعة يعتبر واحداً من أهم العوامل التي تؤثر على القدرة المطلوبة. وزيادة طول الجزء المقطوع بزيادة السرعة الأمامية أو بتخفيض سرعة الدوران يقلل من متطلبات الطاقة النوعية كما هو موضح في شكل (٩ ـ ٧) وذلك حتى يصل طول الجزء المقطوع إلى حدٍّ كبير جداً بحيث لا يترك خلوصاً كافياً في الجانب الخلفي للسلاح. والمحاريث الدوارة التي تأخذ حركتها من عمود الإدارة الخلفي عادة ما يكون لها نظم لتغيير السرعة للسماح ببعض الاختيار لطول القطع في حالات معينة.

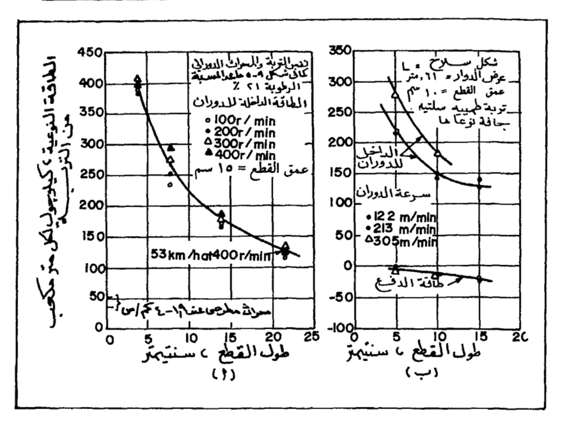
وإذا زادت سرعة الدوران والسرعة الأمامية بالتناسب، فإن متطلب الطاقة النوعية عادة ما يزيد. وهذا التأثير يبين بالنقاط المتباعدة لطول قطعة ٧,٦ سنتيمتر [٣ بوصة] في شكل (٩ ـ ٧ أ) وكذلك بالفروق بين المنحنيين في شكل (٩ ـ ٧ ب)، ووجد ريتشارد سون[٢٨] أن هناك تأثيراً كبيراً للسرعة في الاختبارات التي أجراها في عام ١٩٥٥ ولكن كانت الفروقات صغيرة في اختبارات عام ١٩٥٦ في نفس الحقل.

وتتأثر الطاقة المطلوبة بنسبة العمق إلى قطر الدوران. وزيادة القطر لعمق معين للقطع يعطي شرائح رقيقة، والتي تميل لأن تقلل من متطلبات الطاقة ولكنه أيضاً يؤدي إلى طول مسار السلاح، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة

الاحتكاك. والتأثير المركب لهذه العوامل قد يحدث انخفاضاً في الطاقة النوعية إلى حدٍّ أدنى كلما زاد العمق إلى القيمة ٧٠ ـ ٧٥ ٪ من قيمة القطر[١٢].

لاحظ أن حتى أقل طاقة نوعية مطلوبة للمحور الدوار وموضحة في شكل (٩ ـ ٧ أ) كانت أكبر بحوالي ٣ أضعاف مقارنة بما هو مطلوب للمحراث المطرحي في نفس التربة. ومع ذلك يجب أن يؤخذ في الاعتبار الطاقة الإضافية وتكلفة العمل بالمشط القرصي بعد الحراثة وذلك لإعطاء مقارنة عادلة. ولا بد أن يضاف إلى المحراث الدوراني مقدار تحسينه في كفاءة استخدام الوقود عندما تنقل قدرة الجرار من خلال عمودة الإدارة الخلفي بدلاً من خلال العجل الخلفي. وأيضاً القدرة الممثلة بالدفع الأمامي للمحراث الدوراني يجب أن تطرح من القدرة المطلوبة للدوران للحصول على صافي الكمية الكلية الداخلة من القدرة. وحيث إن الطاقة النوعية السالبة من القوة المحورية يمكن أن تكون كبيرة جداً في حالة أطوال قطع طويلة (المنحنى السفلي في شكل ٥ ـ ٧ ب)، إلا أنه في كثير من الأبحاث لا تقاس هذه القوة.

ولقد بدأ الاهتمام حالياً بآليات الحراثة المتعددة الأشكال والتي تحتوي على أسلحة حفارة أو أسلحة أخرى مثبتة (سالبة الفعل) توصل في مؤخرة المحراث الدوراني التقليدي وتعمل مباشرة تحت العضو الدوار. ويقوم العضو الدوار بتفتيت الأجزاء العليا للطبقة المحروثة بينما تقوم الأسلحة المثبتة الأخرى بتفكيك الطبقة السفلى وتتركها في حالة تفتيت أقل من الطبقة السطحية. ووجود الأسلحة الحفارة يساعد على إلغاء قوة الشد السالبة الصادرة من المحراث الدوراني ومركبتها الرأسية V. ومتطلبات الطاقة النوعية المتوسطة لكل العمق المحروث يكون أقل من استخدام المحراث الدوراني لكل ذلك العمق[٢].




شكل ٩ ـ ٧ : تأثير طول القطع على الطاقة النوعية المطلوبة للمحراث الدوراني العادي. والطاقة النوعية الموضحة تكون ١٠ مرات مقدار الشد النوعي لمحراث معبر عنها بالنيوتن لكل سنتيمتر مربع (a) (R. K. Frevert) ، (b) Data from D. B. Furlong[9])

## ٩ ـ ١١ خلط الكيماويات بالتربة :

في بعض الحالات توضع الأسمدة والمبيدات أو الكيماويات الأخرى نثراً فوق سطح التربة ، وبعد ذلك يتم خلطهـا باستخـدام واحدة أو أكثـر من طرق الحراثة . ومن العمليات الشائعة الاستعمال هي وضع المبيدات في خط ضيق قبل زراعة المحاصيل في الصفوف . وتجانس توزيع المواد الكيماوية في العمق المعين هي من الأمور المرغوب فيها في حالة خلط مبيدات الحشائش بالتربـة للحصول على مقاومة فعالة للحشائش بدون الحاجة إلى استخدام كميات زائدة من هذه المواد المكلفة وبدون إحداث تركيز كبير فيها ، قد ينتج عنه تأثير سيء على النباتات .

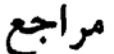
وقد قام العديد من الباحثين بمقارنة بين خواص الخلط لآليات حراثة مختلفة[١٣][٣٦]. وقد وجد كل من هلبرت وميتزل[١٣] أنه مع أي من تربة مفتتة أو حقل غير محروث سابقاً، فإن حرثها بمحراث دوراني تقليدي بمعدل مرتين قد أعطى تجانساً ممتازاً في خلال عمق ١٥ سنتيمتراً [٦ بوصة]. وبعد الحراثة مرة واحدة لوحظ أنه كان هنالك تركيز أكثر للمادة المضافة في عمق ٥ سنتيمترات الأولى مقارناً مع عمق ٥ سنتيمترات التي تليها. ولم يكن هنالك تركيز يذكر للمادة بعد عمق ١٠ سنتيمترات. وقد أعطى المحراث الدوراني نتائج أفضل مقارنة باستخدام المحراث القرصي مرتين أو ثلاثة أو استخدام المشط ذي الأسنان أو الحرث العادي أو مجموعة من هذه العمليات.

أجرى ماثيوس[٢٠] اختباراً على ٧ أنواع من الآليات والمتاحة في الأسواق والمستخدمة في وضع الكيماويات في التربة في شرائح يتراوح عرضها بين ١٨ إلى ٣٦ سنتيمتر [٧ إلى ١٤ بوصة]. وفي هذه الدراسة لم يذكر وصف هذه الآليات ولكن من المحتمل أن معظمها مدار عن طريق عجل الأرض. وفي أغلب الحالات وجد أن ٧٥ ٪ على الأقل من المادة. قد تركز في الثلث العلوي من عمق الحرث الذي بلغ ٧,٦ سنتيمتر [٣ بوصة] بينما كان التوزيع والتجانس الجانبي بعد ذلك العمق رديئاً للغاية.

وقد درس تأثير العوامل المختلفة المؤثرة على خواص أداء المحراث الدوراني التقليدي وذلك لخلط المواد في شكل شرائح. وقد وجد أن السلاح على شكل L أعطى توزيعاً جانبياً ورأسياً أفضل من استخدام سلاح على شكل سكين مقوس[٢٩]. وكان القطع بطول يتراوح بين ٢,٥ سنتيمتر إلى ٥ سنتيمترات [١ إلى ٢ بوصة] أفضل من القطع الأطول من هذه القيم[١٥]،[٢٩] وفي اختبارات على أسلحة مشابهة لشكل L بعرض ٣٨ ملليمتر [١,٥ بوصة] وجد أن زيادة زاوية خلوص مقدمة السلاح (شكل ٩ ـ ٥ أ) من ١٥

إلى ٦٠ درجة قد حسنت من التوزيع الرأسي عندما كان عمق الحراثة ١٣ سنتيمتراً [٥ بوصة][١٥].

وقد وجد كارتر وميلر[٤] أنه باستخدام سلاح على شكل حرف L ويعمل على عمق ٥ سنتيمتر [٢ بوصة] قد تحصل على أفضل خلط عندما كان السلاح يعمل بسرعة محيطية ٣ إلى ٦ مرات السرعة الأمامية بغض النظر عن قطر العضو الدوار. وتغير السرعة النسبية (المحيطية مطروحة من الأمامية) بين ١٢٠ و ٢٤٠ متر/دقيقة [٤٠٠ إلى ٨٠٠ قدم/دقيقة] كان لها تأثير قليل على التجانس، ولكن النتائج كانت رديئة عند سرعة نسبية إما أقل أو أكبر من هذا المدى. ووجد أن السلاح على شكل L يضع ٤٠ ٪ من المادة تحت عمق ٣ سنتيمتر [١,٢ بوصة] في هذا المدى من السرعات، بينما كانت الأسلحة المصنوعة من زاوية حديد ٢٥ ملليمتراً [١ بوصة] موازية لمحور دوران المحراث تضع حوالي ٦٠ ٪ من المادة على أعمق من ٣ سنتيمترات.




1 - ADAMS, W. J., Jr., and D. B. FURLONG. Rotary tiller in soil preparation. Agr. Eng., 40:600 - 603, 607, Oct., 1959.

2 - BERNACKI, H. Rotary tillage combined with passive tools. ASAE Paper 70 - 637., Dec., 1970.

3 - BOYD, R. J., and C.L. NALEZNY. Simple model simulated soil cutting of vibrating plow. SAE J., 76:79 - 82, Apr., 1968.

4 - CARTER, L.M., and J.H.MILLER. Characteristics of of powered rotary cultivators for application of herbicides. Trans. ASAE, 12(3):305 - 309, 1969.

5 - COOPER,A.W., W.R.GILL, G.E. VANDEN BERG, and C.A.REAVES. Plow, soil type define soil breakup energy needs. SAE J., 7(9):88 - 90, Sept., 1963.

6 - EGGENMULLER, A. Oscillating tools for soil cultivation. Kinematics and testing of single tools. Grundl. Landtech., Heft 10:55 - 70, 1958. NIAE transl. 228.

7 - EGGENMULLER, A. Field experimants with an oscillating plow body. Grundl. Landtech., Heft. 10:89 - 95, 1958. NIAE transl. 151.

8 - FREVERT, R. R.K. Mechanics of tillage. Unpublished thesis. Iowa State Univ., 1940.

9 - FURLONG, D.B. Rotary tiller performance tests on existing tines. Tech. Rept. 1049, Central Eng. Dept., FMC. Corp., San jose, Calif., 1956.

10 - GILL, W.R., and G.E. VANDEN BERG. Soil Dynamics in tillage and Traction, PP. 265 - 288. USDA Agr. Handbook 316, 1967.

11 - GUNN. J.T., and V.N. TRAMONTINI. Oscillation of tillage implements. Agr. Eng., 63 :725 - 729, Nov., 1955.

12 - HENDRICK, J.G., and W.R.GILL. Rotary tillage design parameters. Part I - Direction of rotation; Part II - Depth of tillage ; Part III - Ratio of peripheral and forward velocities. Trans. ASAE, 14(4):669 - 683, 1971.

13 - HULBURT, W. C., and R.G. MENZEL. Soil mixing characteristics of tillage tools. Agr. Eng., 34:702 — 704, 706, 708, Oct. 1953.

14 - KALHUZHNIE, G.D., and M.M. GORKHAN. Investigation of an oscillating plow bottom. Mekh. Elektrif. Sel. Khoz., 22(6):45 - 46, 1964. National Tillage Machinery Laboratory translation.

15 - KAUFMAN, L.C. and BUTLER. Increment of cut - and - rake angle interaction during granular incorporation by rotary tillage. Trans. ASAE, 10(6):718 - 722, 1967.
16 - KAWAMURA, N. Progress of rotaty tillage in japan, ASAE Paper 70 - 639, Dec., 1970.
17 - KELSEY, C. W. Rotary soil tillage. Agr. Eng. 27:171 - 174, Apr., 1946.
18 - KOEFED, S, S. Kinematics and power requirement of oscillating tillage tools. J.Agr. Eng. Res., 14:54 - 73, 1969.
19 - LARSON, L.W. The future of vibratory tillage tools. Trans. ASAE, 10(1):78 - 79, 83, 1967.
20 - MATTHEWS, F. J. Chloride tracer evaluation of herbicide incorporation tools. Trans ASAE, 13:(1):6 , 1970.
21 - McKIBBEN, E,G., and I.F.REED. The influence of speed on the performance characteristics of implements. Paper presented at SAE National Tractor Meeting, Sept., 1952.
22 - NICHOLS, M.L., and C.A. REAVES. Soil reaction: to subsoiling equipment. Agr. Eng: 39:340 - 343, June, 1958.
23 - PANOV, I.M., and V.A. SHMONIN. Test of trailed five bottom plow with rotating moldboards Traktory Sel. Khoz., 6:21 - 23, 1967. Nat. Tech. Ingo. Service transl. PB 177009 T.
24 - PASCAL, J. A. Rotary soil woking properties of soil and the performance of simple cultivation implements. J. Agr. Res., 1:23 - 50, 1956.
26 - READ, K. M.R. GEBHARDT, and C.L. DAY. Distribution of Trifluralin in the soil when mixed with disk harrow and power rotary cultivator, Trans, ASAE, 11(2):155 - 158, 1968.
27 - REED, W. B. Techniques for determinining an equation for the draft of cultivators using several independent variables. ASAE Paper 66 - 123, June, 1966.
28- RICHARDSON, R. D. Some torque requirements taken on a rotary cultivatior. J. Agr. Eng. Res. ,3:66 - 68, 1958.
29 - SCHMID. D.R. Granular incorporation with rotary tillage. ASAE Paper 66 - 116, June, 1966.
30 - SPOOR, G. Design of soil engaging implements - practice. Farm Machine Des. Eng., 3:14 - 19, Dec., 1969.
31 - VERMA, B. P. Oscillating soil tools - a review. Trans, ASAE, 14(6):1107 - 1115, 1121, 1971.
33 - VINOGRADOV. V.I., and Y.I., and Y.S. LEONT'EV. The interaction of rotary working tools with soil Traktory Sel. Khoz., 9:29 - 31, 1968. Nat. Tech. Info. Service transl. PB - 183829 T.
34 - WISMER, R.D., E.L. WEGSCHEID, H. J. LUTH, and B. E. ROMIG. Energy application in tillage and earthmoving. SAE Trans., 77:2486-2494, 1968.

# مسائل

٩ ـ ١ قارن بين القدرة المطلوبة لمحراث دوراني يعمل على عمق ١٥ سنتيمتراً والقدرة الكلية المطلوبة لإعداد مرقد البذرة بحراثة نفس العمق بمحراث مطرحي، وبعد ذلك يمرر مشط قرصي مرتين ومن النوع المترادف خفيف الوزن، وبعد ذلك تشطيبها بمرور مشط مسنن للمحراث الدوراني F = ٢٢ سنتيمتراً مع قدرة متوسطة مطلوبة ١٢٤ كيلوجول/ متر مكعب من التربة المحروثة (من شكل ٩ ـ ٧ أ) والشد النوعي للمحراث المطرحي في نفس التربة يعادل ٤,٨ نيوتن/ سنتيمتر المربع عند سرعة ٤ إلى ٥ كيلومتر/ ساعة. افترض أن الشد لكل متر من العرض يعادل ٢,٢ كيلو نيوتن للمشط القرصي و ٠,٦ كيلو نيوتن للمشط المسنن.

٩ ـ ٢ محراث دوراني بعرض ٢,٥ متر معلق على جرار له قدره قصوى على عمود الإدارة الخلفي تعادل ٧٨ كيلووات. وعمق الحرث ١٥ سنتيمتراً، ويحمل الجرار إلى ٧٥ ٪ من أقصى حمل. فإذا كانت الطاقة المطلوبة تمثل بالمنحنى السفلي في شكل (٩ ـ ٧ ب). . ماذا تكون السرعة الأمامية تحت الظروف التالية؟

أ ـ طول قطعة ١٥ سنتيمتراً (الطاقة النوعية المطلوبة

للدوران = ١٣١ كيلو جـول/ متـر مكعب وطـاقـة الـدفـع = - ٢١ كيلو جول / متر مكعب ) .

ب ـ طـول قـطعـة ٧,٥ سنتيمتـر (الـطاقـة النـوعيـة المـطلوبـة للدورات = ١٨٠ كيلو جول / متر مكـعـب، وطـاقـة الدفع = - ٧ كيلو جول/ متر مكعب).

# الباب العاشر
# زراعة المحصول

# الباب العاشر
# زراعة المحصول

### ١٠ - ١ مقدمة :

تتضمن عمليات زراعة المحاصيل وضع البذور أو الدرنات (كما في حالة البطاطس) في التربة على أعماق محددة أو توزيع البذور أو إسقاطها على سطح التربة (نثر) أو وضع شتلات في التربة. وتنشيء الآلات التي تضع البذرة في التربة مع تغطيتها في نفس العملية، خطاً محدداً أثناء تلك العملية. فإذا كانت الخطوط أو مراقد النباتات بعيدة عن بعضها بالقدر الذي يسمح بمرور الآليات بينها لأداء بعض العمليات الزراعية الأخرى سميت بطريقة الزراعة على صفوف وإلا اعتبرت زراعة كثيفة. وبالتالي فتسطير الحبوب في صفوف على مسافات من ١٥ إلى ٣٦ سنتيمتراً [٦ إلى ١٤ بوصة] هي زراعة كثيفة بينما بنجر السكر الذي يتم زراعته على مسافات ٥١ سنتيمتراً [٢٠ بوصة] يعتبر زراعة في صفوف.

ويمكن توزيع البذور باستخدام آلات الزراعة المناسبة تبعاً لأي من الطرق أو النماذج التالية : -

١ - النثر . . وهي نثر البذور وتوزيعها على سطح التربة.

٢ - تسطير البذور . . وهي إسقاط البذور وتغطيتها في أخاديد على أبعاد محددة بينها.

٣ - التسطير الدقيق . . وفيها يتم وضع بذرة واحدة بدقة على مسافات متساوية في الصف.

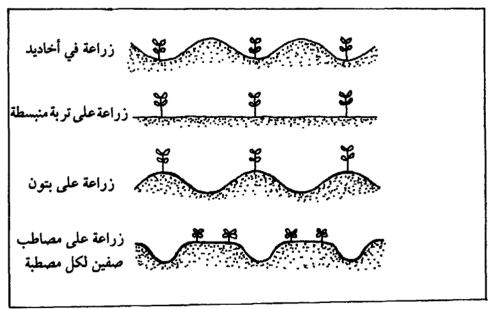
٤ ـ التلقيم المجمع . . وهو وضع مجموعة من البذور في جور أو نقر وعلى مسافات متساوية في الخط .

وعموماً ، تتم عمليات الزراعة الكثيفة بإحدى الطريقتين الأولى أو الثانية بينما تتضمن عمليات الزراعة على خطوط أي من الطرق السابقة ما عدا النثر .

**١٠ ـ ٢ أنظمة زراعة محاصيل الصفوف:**

قد تتم زراعة المحاصيل على التربة المنبسطة أو في أخاديد أو على مصاطب كما هو مبين في شكل ١٠ ـ ١ . . وتمارس طريقة الزراعة في أخاديد بكثرة في المناطق الشبه جافة لمحاصيل الصفوف مثل الذرة والقطن والذرة الرفيعة . . وذلك لأن هذا النظام يضع البذرة في باطن البتن، والذي هو في معظم الأحيان رطب ويوفر الحماية للنباتات الصغيرة من الرياح وانتقال التربة عليها. وغالباً ما تمارس طرق الزراعة على البتون أو المصاطب في المناطق الكثيرة الأمطار لتحسن الصرف السطحي بها. وعموماً تسود طريقة الزراعة المنبسطة طالما كانت الظروف الرطوبية ملائمة .

وتعطي الأنظمة المختلفة لزراعة المحاصيل في أخاديد هضبة بأبعاد قد




شكل ١٠ ـ ١ الأنظمة المختلفة لزراعة المحاصيل على صفوف.

تكون بارتفاع ٧,٥ سنتيمتراً [٣ بوصة] وبعرض ٢٥ سنتيمتراً [١٠ بوصة] عند قاعدة الأخدود[٢١]. فبالإضافة إلى المميزات السابق الإشارة إليها فإن الأخدود الصغير إلى جانب الهضبة يمنع الماء من البقاء على الخط ونقل التربة على الخط في حالة حدوث الأمطار الثقيلة.

وقد سبقت أنظمة الزراعة مع أقل حراثة، وذلك في قسم ٥ ـ ٤، وقد شملت الحرث السطحي، نظام اللاحرث ، توافيق الحرث والزراعة بعد عمليات الحرث الأساسية، أو الزراعة مباشرة عقب عملية الحرث. وتطبق هذه الأنظمة في بعض الأحيان مع محصول الذرة، فول الصويا والذرة الرفيعة.

والزراعة على مصاطب مألوفة لبعض أنواع المحاصيل الخطية في مناطق الري السطحي. وقد يزرع خطين أو أكثر وعلى مسافات ضيقة على مصطبة واحدة كما يحدث أحياناً في زراعة بنجر السكر، الخس، وبعض محاصيل الخضر المعينة (شكل ١٠ ـ ١). وبذلك يترك مسافة أكبر بين المصاطب لمرور وعمل الآلات الأخرى. فمثلاً قد تنشأ المصاطب على مسافات ١٠٢ أو ١٠٧ سنتيمتراً [٤٠ ـ ٤٢ بوصة] بين مراكزها مع خطين على مسافة ٣٠ إلى ٤٠ سنتيمتراً [ ١٢ إلى ١٦ بوصة ] بينها على كل مصطبة .

وفي بعض الأحيان تستخدم توفيقات من أشكال المصاطب ووحدات الزراعة في محاصيل الخضر، بنجر السكر، وبعض المحاصيل المشابهة. والتوفيقات التي من هذا النوع يجب أن تتم عليها عمليات متزامنة من تقليب المرقد ـ البذرة بالمحاريث الدورانية، ودمج مبيدات الآفات، تشكيل لمرقد البذور، تسطيح المصطبة، استعمال الأسمدة وزراعة البذرة. وقد تستخدم زحافات مع الآلات لتسير بين المراقد وبذلك تعطي دعماً لهذه الآلات أثناء عملها ، وبالتالي تقلل من الاختلافات في ارتفاعات المصاطب ، وبذلك تكون العملية كلها دقيقة حيث تتم فيها وضع البذرة والكيماويات بدقة

وفي أماكن محددة بالنسبة لبعضها، وأيضاً بالنسبة لسطح وجوانب كل مصطبة. وإذا ما تم اختيار دقيق لهذه التوفيقات المتزامنة فإن نتائجها تكون أفضل وأكثر انتظاماً عما إذا تمت بعمليات منفصلة.

وقد بينت الاختبارات التي أجريت في ولاية تكساس على القطن أن التشكيل الدقيق لتسطيح المرقد والذي يتبع بالزراعة على عمق منتظم بعد تثبيت المصطبة بأمطار الربيع تعطي نتائج جوهرية لتحسين انتظام نمو المحصول وزيادة المحصول الكلي[٢٨]. كما أن استعمال العجلات المخروطية الشكل والتي تسير على جوانب المرقد، ( شكل ١١ ـ ٨) تسمح بتثبيت المصطبة. والاستعمال المستمر لهذه العجلات على العزاقات تسمح بعمليات العزيق على فترات متقاربة وعلى سرعات أمامية أعلى نسبياً.

**١٠ ـ ٣ عدد النباتات ومتطلبات المسافات بينها:**

إن الهدف الأساسي لأي عملية زراعة هو الوصول للوضع الأمثل من حيث عدد النباتات والمسافات بينها حيث إن الهدف النهائي هو الحصول على أقصى عائد للهكتار. ويتأثر عدد النباتات والمسافات بينها بعوامل كثيرة منها نوع المحصول ونوع التربة ودرجة خصوبتها وكمية الرطوبة المتاحة، وتأثير المسافات بين النباتات والخطوط على تكاليف وسهولة بعض العمليات مثل الخف ومقاومة الحشائش والعزيق والحصاد.

ولعديد من المحاصيل، مثل الذرة، نجد أنه يوجد مدى ضيق لعدد النباتات الذي يعطي أقصى محصول تحت ظروف معينة من التربة وخصوبتها. ويزداد العدد الأمثل للنباتات في الهكتار، وكلما زادت إنتاجية التربة. ولبعض المحاصيل الأخرى مثل القطن وبعض الحبوب الرفيعة نجد أن لها مدى واسع من عدد النباتات الذي عنده لا يتأثر المحصول بطريقة ملموسة. والمتطلب الأساسي هنا، من حيث المحصول النهائي هو الحفاظ على عدد نباتات في الهكتار أعلى قليلاً من الحد الأدنى له. وتحتمل معظم المحاصيل الاختلافات

المتوسطة في عدم انتظام المسافات بين النباتات في الصف وبدون أن يكون لذلك تأثير خطير على المحصول طالما أن الكثافة المحصولية (المساحة الأرضية لكل نبات) تقع في المدى الأمثل لها. ومع ذلك فإن انتظام المسافات بين النباتات مهمة لبعض أنواع من المحاصيل، فتزداد أهمية انتظام المسافات بين نباتات الذرة على طول الخط كلما ازداد المحصول. وقد وجد أنه، لكثافة محصولية معينة، أدى النقص في المسافات بين الخطوط مع زيادة المسافات بين النباتات على الخط إلى زيادة المحصول بالمقارنة مع مسافات الخطوط العادية ١٠٢ سنتيمتراً [٤٠ بوصة][١٩]. وانتظام المسافة بين النباتات المفردة تكون مهمة كما في الخس، بنجر السكر، البصل، والجزر وذلك لمدى الحاجة للمساحة المطلوبة لنمو الأجزاء التي تستعمل من هذه النباتات.

وهناك عوامل أخرى بخلاف المحصول لها أهمية كبرى عند تحديد أحسن تعداد للنباتات أو المسافات بين النبات لبعض المحاصيل الحقلية. فزيادة التعداد للنباتات القائمة قد تزيد ميل سيقانها إلى الرقاد أو الكسر والذي يعتبر غير مرغوب في عمليات الحصاد. ومن ناحية أخرى، فزيادة عدد نباتات القطن عادة يؤدي إلى زيادة نمو وارتفاع العقد الثمرية السفلية مما يسهل عمليات الحصاد الميكانيكية. وتضييق المسافات بين الخطوط في الذرة أو القطن قد يؤدي إلى زيادة المحصول ولكن هذا أيضاً يزيد من تكاليف الزراعة والعزيق، كما يتطلب تغييرات في تصميم آلات الحصاد.

وفي بعض الأوقات يزرع القطن والذرة في جور وخاصة في الحالات التي يمثل فيها تصلب القشرة السطحية مشكلة للإنبات . فإن المساندة المشتركة لمجموعة متزاحمة من البادرات تزيد من مقدرتها على اختراق القشرة السطحية المتصلبة .

**١٠ ـ ٤ وظيفة آلة الزراعة:**

باستثناء آلات النثر فإنه يتطلب من آلة زراعة البذور أن تؤدي الوظائف

الميكانيكية التالية : ـ

١ ـ فتح أخاديد للبذور على العمق المناسب.
٢ ـ ضبط تصرف البذور من الخزان.
٣ ـ وضع البذور في الأخدود بطريقة مقبولة.
٤ ـ تغطية البذور وكبس التربة حولها بدرجة مناسبة لنوع المحصول المنزرع.

ويجب أن لا تحدث الآلة ضرراً في البذور بالقدر الذي يؤثر على الإنبات. فيجب وصول البذرة إلى التربة والتي بعدها تكون كل العوامل التي تؤثر على الإنبات وبزوغ البادرات ملائمة بقدر الإمكان. وحيث إن عنصر التوقيت المنضبط يكون من الأهمية القصوى لمعظم عمليات الزراعة فيكون من المرغوب فيه لآلة الزراعة أن تؤدي هذه الوظائف بدقة وعلى معدل عالٍ ومرضٍ من السرعة. والوظيفة الأساسية لآلة النثر هي ضبط كمية البذور وتوزيعها بشيء من الانتظام على مساحة مناسبة من التربة. وتعتبر التغطية عملية منفصلة أو قد تحذف كلياً تحت بعض الظروف.

**١٠ ـ ٥ العوامل المؤثرة على الإنبات وظهور البادرات :**

إن العوامل الهامة التي تؤثر على الإنبات وظهور البادرات تتضمن حيوية البذور (نسبة الإنبات تحت ظروف معملية محكمة)، درجة حرارة التربة، توفر الرطوبة الأرضية للبذور، تهوية التربة، والإعاقة الميكانيكية لظهور البادرات (مقاومة التربة للاختراق بواسطة البادرات)، وهذه العوامل تتأثر بنوع التربة والظروف الطبيعية لها، عمق الزراعة، الالتصاق الوثيق بين البذور والتربة، درجة كبس التربة فوق البذور، وتكوين القشرة السطحية الصلبة بعد الزراعة. ويتأثر عدد النباتات الحقلية بعد ذلك، وفي مراحل ما بعد ظهور البادرات، بالفقد نتيجة الإصابة بالأمراض والحشرات، وأيضاً للظروف البيئية غير المناسبة.

وتصل معدلات الإنبات والظهور بين ٨٠ إلى ٩٠ ٪ كأرقام نمطية للذرة وبعض المحاصيل الأخرى التي تتحمل المدى الواسع من ظروف الزراعة. وفي هذه الحالات تكون زراعة الكمية المضبوطة من البذور للحصول على العدد النهائي المرغوب فيه من النباتات ليس بالأمر الخطير. . ومع ذلك ففي حالة بنجر السكر والبذور الأصغر لمحاصيل الخضر نجد أن معدلات الإنبات والظهور تكون منخفضة وغير متوقعة (غالباً من ٣٥ إلى ٥٠ ٪ فقط) والتي تتطلب عادة كمية إضافية من البذور وعند الزراعة إجراء عملية خف للوصول إلى الكثافة المرغوب فيها.

**١٠ ـ ٦ تأثير آلة الزراعة ونظام الزراعة على عوامل ظهور البادرات:**

ويجب أن يكون من الواضح أنه لا يمكن لأداء آلة الزراعة أن يتحكم في جميع العوامل الخاصة بظهور البادرات. ولكن يمكن أن يكون لآلة الزراعة تأثير هام على العديد من هذه العوامل. فالأداء الجيد لآلة الزراعة يكون ضرورياً للحصول على العدد المناسب من النباتات وخاصة للمحاصيل الحساسة في ظهور بادراتها. والتحكم في عمق الزراعة. ووضع البذور في الأرض الرطبة، وعدم تصلب القشرة السطحية فوق البذور هي من الأهمية لبذور الخضر الصغيرة وبعض المحاصيل الأخرى.

وكبس الآلة للتربة قد يؤثر في مدى إتاحة الرطوبة والأكسجين للبذور، كما قد يتسبب في الإعاقة الميكانيكية لنمو البادرات. ففي تجارب معملية أجريت في ميتشجان على بذور الفاصوليا والذرة وبنجر السكر في تربة رملية طينية لومية أوضحت النتائج أن تطبيق ضغط قدره ٣٤، ٦٩ كيلو باسكال [٥، ١٠ رطل/بوصة مربعة] على سطح التربة بعد الزراعة قد أوقف ظهور البادرات بينما ضغطاً ٣,٤ كيلو باسكال [$\frac{1}{2}$ رطل/بوصة مربعة] ـ لم يوقفه[٢٤]. ومع ذلك فبتأثير الضغط ٣٤ أو ٦٩ كيلو باسكال عند مستوى وضع البذرة قد حسن من ظهور البادرات عندما توفرت الرطوبة المناسبة للإنبات تحت

هذه البذور. وتشير هذه النتائج إلى أنه يجب أن تصمم آلة الزراعة لتكبس التربة تحت مستوى البذرة، أي تضغط البذرة،في تربة مكبوسة ثم تغطى بعد ذلك بتربة مفككة.

وقوة دفع البادرات أثناء ظهورها والعوامل المؤثرة في متطلبات هذه القوة (الإعاقة) هي من الأهمية لتحليل أداء آلة الزراعة وتطوير تصميمات جديدة لها، فقد قاس درو ومساعدوه[١٠] قوة الدفع الناتجة من بادرات الذرة والقطن خلال ظهورها في تربة رملية ـ لومية وتراوحت قيم هذه القوة من ٢,٢ إلى ٢,٧ نيوتن [ ٠,٥٠ إلى ٠,٦ رطل قوة] بينما قام موتون وبوشيلي[٢٠] بدفع أقطاب لتمثل نمو البادرات لأعلى خلال طبقة التربة لتحديد تأثير العوامل المختلفة على متطلبات الطاقة المطلوبة لظهور البادرات. كما استنتج بوشيلي وشيخ[٨] علاقة رياضية لأقصى قوة دفع مطلوبة للبادرة بدلالة قوى التصاق حبيبات التربة ببعضها، والاحتكاك الداخلي بين هذه الحبيبات، ومعامل احتكاك البادرة بالتربة، وقطر البادرة وعمق التربة. وقد تم قياس هذه القوة لبادرة صناعية بقيمة مخروطية وكانت ١ , ٣ نيوتن [٠,٧ رطل قوة] بينما كانت القوة المحسوبة من العلاقة الرياضية ٣,٦ نيوتن [٠,٨١ رطل قوة] ويمكن تقليل الإعاقة الميكانيكية وبالتالي زيادة نسبة ظهور البادرات وذلك بتغطية البذور بمواد لتعديل ومنع تصلب القشرة السطحية مثل مادة «الفيرمكيولايت» Vermiculite واستعمال مادة لاصقة لتثبيتها بالتربة. وقد تمت هذه التجارب في الحقل على بذور الخس[٩]،[١٢]، [١٤] وفي المعمل على أنواع مختلفة من البذور. وبالرغم من أن النتائج المتحصل عليها كانت ممتازة إلَّا أن هذه العملية الإضافية وكمية الفيرمكيولايت المطلوبة لها تجعل العملية الزراعية أغلى وأكثر تكلفة.

وفي اتجاه آخر لتحسين ظهور البادرات، توضع البذرة داخل كبسولة أو قرص من الفيرمكيولايت أو أي مادة شبيهة أخرى. ففي اختبار على بذور الخس تحصل هاربوت[١٤] على أحسن النتائج مع البذرة الموضوعة داخل اسطوانات

(أقراص) بقطر ١٩ ملليمتر [$\frac{٣}{٤}$ بوصة] وسمك ٦ ملليمتر [$\frac{١}{٤}$ بوصة] وتم تشكيلها بالضغط المحوري وزراعتها على سطح التربة إلا أن بعض التشققات الطبيعية بدأت في الظهور وفي اتجاه متعامد مع اتجاه الضغط الأصلي. وقد صنعت هذه الأقراص من الفيرمكيولايت المخلوط بأسيتات متعدد الفينيل والماء كمادة لاصقة. وقد حصل جونسون ومساعدوه[١٧] على نتائج مشابهة مع بذور الطماطم والخيار مستعملين أقراص بقطر ١٩ ملليمتراً [$\frac{٣}{٤}$ بوصة] وسمك ٦ أو ١٣ ملليمتر [$\frac{١}{٤}$ أو $\frac{١}{٢}$ بوصة]. كما يمكن أن تشتمل هذه الأقراص على مبيدات الآفات والمغذيات الابتدائية. . وبالرغم من غلاء تكاليف هذه الأقراص (قدرها هاريوت بحوالي ٦٢ دولار للهكتار [٢٥ دولار للأيكر] وذلك لبذور الخس في ١٩٧٠) فإن وحدة الزراعة المناسبة يمكنها أن تضغط هذه الأقراص في التربة بدقة، وبالتالي تسمح بدقة المسافات بين البذور الفردية والتحكم في العمق المضبوط. كما أن نفس الحجم من هذه الأقراص يمكن استخدامه لمختلف الحجوم من البذور.

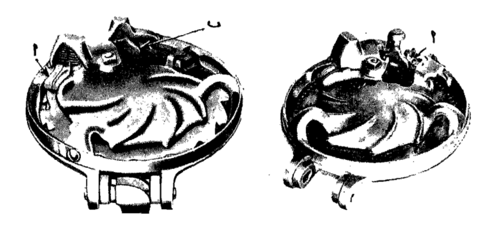
**١٠ ـ ٧ أجهزة تلقيم البذور المفردة:**

تحتوي وسائل تلقيم البذور عادة على خلايا موزعة على عضو متحرك أو تنظيم معين لالتقاط البذور مفردة ورفعها من كتلة الحبوب في الخزان. وتعتبر الأقراص الأفقية ذات الخلايا من الأمثلة الشائعة لآلات الزراعة. ويوجد نوعان لقاعدة صندوق البذور والتي تمثل هذه الأقراص كما هو مبين في شكل ١٠ ـ ٢. فإما أن تكون الخلايا على محيط القرص أو تكون في شكل ثقوب دائرية أو بيضاوية موزعة أيضاً على محيطه. وتمثل الحلقة الثابتة على محيط القرص جزءاً من جدار الخلية فهي لذلك يجب أن تكون محكمة الغلق لكي يكون الأداء مرضياً. وكثيراً ما يتم تبادل هذه الأقراص ببعضها حسب طريقة الزراعة ما إذا كانت تسطيراً أو في تلقيم مجمع في جور لمختلف محاصيل الخطوط. ويجب توفر العديد من هذه الأقراص لمقابلة الاحتياجات للعديد من

الأنواع والحجوم المختلفة من البذور والمسافات التي تزرع عليها.

ويوجد على هذه الأقراص رافعة متصلة بزمبرك لحجز البذور الزائدة عن حجم الخلايا أثناء تحرك القرص تحتها، بينما توجد رافعة أخرى لدفع البذور من الخلايا للسقوط إلى أنابيب البذور. والوحدة المبينة في شكل ١٠ ـ ٢ ب هي لنظام الزراعة الدقيق والتي تحتوي على خلايا بأقطار صغيرة ودقيقة وأيضاً يوجد بها رافعة لدفع البذور والتي قد تمتد إلى داخل الخلايا تقريباً.

ويوجد نوع آخر من وسائل تلقيم البذور ويكون فيها قرص البذور مائلاً (شكل ١٠ ـ ٣، ١٠ ـ ٤) ويحتوي على أقداح أو خلايا على محيطه تمر خلال صندوق البذور لرفع البذور أثناء دوران القرص وتسقطها في أنابيب البـذور. وتعامل البذور هنا برقة أكثر من الأقراص الأفقيـة حيث لا يوجـد وسيلة لدفـع

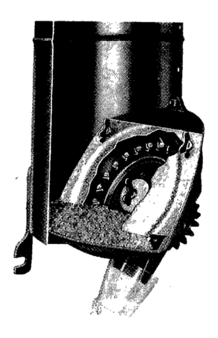



شكل ١٠ ـ ٢ قاعدة صندوق البذور لنوعين من أقراص البذور.

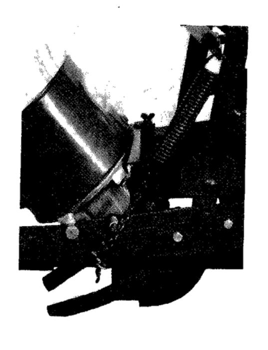
أ ـ خلايا على حافة القرص لبذور الذرة. لاحظ رافعة حجز البذور أو رافعة دفع البذور.

ب ـ قرص بذور مناسب للتسطير الدقيق لبذور بنجر السكر. لاحظ الخلايا الـدائريـة على قرص البذور والأزاحة الموجبة للبذور عن طريق رافعة الدفع أ.

البذور إلى الأنابيب. ووحدة التلقيم في شكل ١٠ ـ ٤ عبارة عن قرص يوجد على حافته خلايا يناسب حجمها الأنواع المختلفة لبذور الخضر الصغيرة وتصنع الأقراص والحلقات المحيطة بها بدقة لتعطي خلايا منتظمة الحجم لدقة التلقيم.



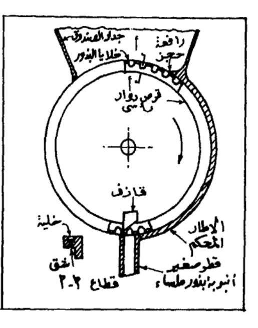
شكل ١٠ ـ ٣ جهاز تلقيم ذو القرص المائل



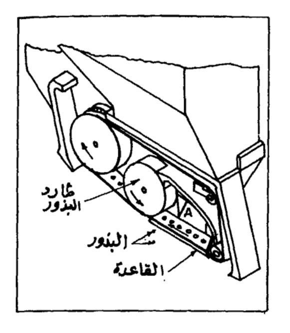
شكل ١٠ ـ ٤ جهاز تلقيم ذو قرص مائل للزراعة الدقيقة لبذور الخضر
( Courtesy of Deer and Co ).

وكثيراً ما تستعمل أجهزة تلقيم ذات أقراص رأسية دوارة كالمبينة في شكل ١٠ ـ ٥ للزراعة الدقيقة للخضروات وبنجر السكر. وبعض الوحدات قد لا يوجد بها أنبوبة البذور وبذلك توضع الأقراص الدوارة أقرب ما يمكن إلى التربة حيث تسقط البذور مباشرة إلى الأخدود.

كما يوجد نوع آخر من أجهزة التلقيم للتسطير الدقيق وهو يحتوي على سير به خلايا حجم يناسب البذور (شكل ١٠ ـ ٦). وتدخل البذور من الخزان



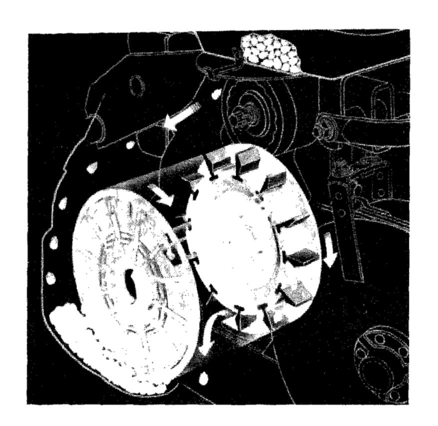

شكل ١٠ ـ ٥ جهاز تلقيم ذو قرص رأسي.




شكل ١٠ ـ ٦ جهاز تلقيم للتسطير الدقيق ذو السير
.(After Stanlly, Ltd. )

إلى السير خلال غرفة فوق السير من خلال الفتحة (أ) وتبقى البذور عند مستوى معين بعد ذلك. ويتحرك السير في اتجاه عقرب الساعة بينما يدور قرص آخر في اتجاه مضاد، ويسمى طارد للبذور حيث يحجز البذور الزائدة وبالتالي يعمل على وجود بذرة واحدة في كل خلية. وتتحرك البذور مع خلاياها على القاعدة حتى تسقط من السير عند طارد البذرة. ولكن لعدم وجود إزاحة موجبة لتصريف البذور من السير قد يؤدي هذا إلى اختلاف في مسافات البذور.

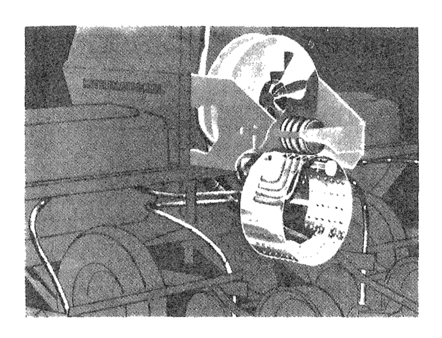
ويوجد نوعان آخران من أجهزة تلقيم البذرة المفردة وهي لا تحتوي على خلايا كما هو مبين في شكل ١٠ ـ ٧، ١٠ ـ ٨ و ١٠ ـ ٩. وأي من هذه الأنواع يتسع للاختلافات العادية في حجم البذرة وشكلها كما هو الحال في بعض أنواع البذور. والوحدة المبينة في شكل ١٠ ـ ٧ مصممة لجميع أنواع الذرة. وهي عبارة عن اثني عشر أصبع محملة بزمبركات على أذرع قطرية تدور بفعل كامة وتعمل هذه الأصابع على الإمساك ببذرة أو أكثر عند مرورها خلال خزان



شكل ١٠ ـ ٧ شكل تفصيلي لجهاز تلقيم بذرة الذرة مزود بأصابع لقط. وأثناء التشغيل تكون عجلة البذور الدوارة بالقرب من القرص الثابت خلف الأصابع.
( Courtesy of Deere and Co . ).

البذور. وتتحرر جميع البذور ـ فيما عدا واحدة ـ عند مرور كل أصبع على اثنين من الحزوز بالقرب من أعلى القرص الثابت . وباستمرار دوران الأصبع وعند مروره على فتحة في القرص يقوم بدفع البذور إلى إحدى الاثني عشر خلية الموجودة على العجلة الدوراة الملاصقة. وتقوم العجلة الدوارة بتصريف البذور إلى الأخدود .

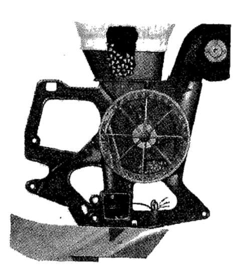
ونظام التقليم بضغط الهواء الموضح بشكل ١٠ ـ ٨ يحتوي على خزان للحبوب ووحدة تلقيم لخدمة ٤ ، ٦ أو ٨ خطوط. وتوجد اسطوانة تدور عن طريق عجلة الأرض للآلة وعليها صفوف من الحبوب المثقبة. وعدد هذه



**شكـل ١٠ ـ ٨ جهاز تلقيم بضغط الهـواء ونظام التـوزيع مصمم لمحـاصيل مثـل الــذرة ، الفاصوليا وحبوب الذرة الرفيعة (Courtesy of International Harvester Co) .**

الصفوف مساوي لعدد خطوط الزراعة للآلة. وتسقط البذور من الخزان بفعل الجاذبية إلى داخل هذه الاسطوانة. وعن طريق مروحة تدور عن طـريق عمود الإدارة الخلفي يتم دفع هواء إلى الاسطوانة والخزان على ضغط حوالي ٤ كيلو باسكال [٠,٦ رطل قوة/بوصة المربعة]. ويتسرب الهواء من خـلال الجيوب المثقبة دافعاً معه البذور. وبالتالي فإن فرق الضغط هو الذي يثبت البذرة داخل الجيـوب أثناء دوران الاسطوانة حاملة إياها إلى أعلى لتمر على فرشاة ثابتة قرب القمة لأبعاد أي بذور زائدة. وتوجد عجلة لقطع تيار الهواء عند قمة الاسطوانة وهي تقوم لحظيـاً بسد الثقب من نـاحية مـا يسبب سقوط البـذرة إلى مجاري أنابيب البذور. ويحمل الهواء البذور خلال أنابيب البذور إلى وحدات الزراعة حيث يتم إسقـاطها في الأخـاديد. ويصلح هـذا النظام لمحـاصيل مثـل الذرة والفاصوليا وحبوب الذرة الرفيعة، إذ تستعمل اسـطوانة مختلفـة لكل نـوع من البذور.

ويستخدم أسلوب التلقيم بضغط الهواء في آلات الزراعة لصف واحد أيضاً. وتستعمل مراوح صغيرة تدور بواسطة موتور كهربائي متصل بالنظام الكهربائي للجرار لإعطاء ضغط هواء في غرفة التلقيم (شكل ١٠ ـ ٩). وتحمل البذور المحجوزة على الفتحات في جيوب البذور الدوارة إلى أعلى لتدور في اتجاه عكس عقارب الساعة داخل الوحدة المبينة في شكل ١٠ ـ ٩. وتترك البذور في أنابيب البذور عندما تمر الحبوب على حاجز يقطع ضغط الهواء الداخلي. وتستعمل أقراص دوارة مختلفة للأنواع المختلفة من البذور.



شكل ١٠ ـ ٩: جهاز تلقيم البذور يعمل بضغط الهواء لوحدة زراعة لصف واحد (Cour-tesy of white Farm Equipement Co).

كما تم تطوير عدد من أجهزة تلقيم البذور والتي تعمل بتفريغ الهواء[١٢]، [١٣] [٢٧]. على نطاق تجريبي، ويوجد على الأقل مصنع واحد أنتج هذه الوحدة على نطاق تجاري عام ١٩٧٧ م.

وقد كان معظم هذه الآليات يتكون من طلمبة تفريغ هواء مركزية وصمامات لكل فتحة التقاط البذور وسداداً محكماً بين الأنابيب الثابتة وجهاز

الالتقاط الدوار. ومع ذلك فقد كان لإحدى وحدات التلقيم أن تحتوي على طلمبة أسطوانية صاحبة لتفريغ الهواء عند كل فتحة لقط للبذرة[١٢]. وتقوم كامة بمد المكبس الموجود في طلمبة التفريغ بالحركة اللازمة لإحداث ضغط كافي لسقوط البذور، ويتم التقاط البذور عن طريق زمبرك يسحب المكبس لإحداث التفريغ اللازم. وأداء أجهزة التلقيم بالتفريغ فعال حتى مع البذور الصغيرة وذات الأشكال الغير منتظمة مثل الخس[١٢] ولكنها حساسة للأتربة.

. ومع أي من أجهزة تلقيم البذور السابق شرحها نجد أن متوسط المسافات بين البذور في التسطير أو الجور يتحدد بالنسبة بين السرعة الخطية أو المحيطية لجهاز لقط البذور (خلايا، أصابع . . . . إلخ) والسرعة الأمامية لآلة الزراعة وأيضاً المسافة بين وحدات التقاط البذرة على وحدة التلقيم. ويتوفر عدد من الأقراص أو السيور أو الأعضاء الدوارة والتي بها أعداد مختلفة من الخلايا لبعض أنواع أجهزة التلقيم، ولكن تعتبر طريقة تغيير نسبة السرعة من أهم الطرق المعروفة لتغيير المسافات بين البذور.

### ١٠ ـ ٨ أنظمة الزراعة بشرائط البذور:

وفي هذه الطريقة الدقيقة للزراعة يتم وضع البذور المفردة أو مجاميع منها على شريط قابل للذوبان في الماء. وتتم العملية معملياً أو تحت ظروف إنتاجية محكمة. وتتوفر المعدات اللازمة لتفريد البذور على مسافات صغيرة أو للبذور الغير منتظمة الشكل وذلك بدرجة عالية من الدقة. وفي أحد أنظمة شرائط البذرة والمستعملة على نطاق تجاري توضع البذور على الشريط وعلى المسافات الحقلية المرغوب فيها ويلف على بكرة. ويسحب الشريط بعد ذلك بواسطة وحدة بسيطة للزراعة لوضعه تحت التربة[١١، ١٨] وتصنع الشرائط من مواد بلاستيكية مثل Polyerhylene Oxide والمتصفة باتزانها تحت الظروف الجوية العادية ولكنها قابلة للذوبان بوضعها في الماء في خلال دقيقة أو

دقيقتين. واستعملت شرائط البذور هذه وعلى نطاق تجاري لزراعة الخس والطماطم والخيار وبعض محاصيل الخضر الأخرى[١٨]. ويعتبر الشريط غالي الثمن، كما أنه يتطلب إجراء عمليات تمهيدية ضرورية للتربة. وهذه الطريقة تتطلب كمية كبيرة من الشرائط للهكتار الواحد، وخاصة إذا ما كانت المسافة بين الخطوط ضيقة (الزراعة في خطوط على أبعاد ٥١ سم تتطلب شريط طوله ٢٠ كيلومتر للهكتار الواحد). ويصعب التحكم بدقة في عمق الزراعة بينما ممكن أن تتم عملية الزراعة على سرعة أمامية عالية نسبياً. وتحدد مسبقاً المسافات بين البذور في الخط عند عمل الشريط وتكون دقيقة في الحقل. وقد أظهرت الطريقة زيادة في محصول الخس والخيار بمقارنتها بزراعة البذور مباشرة[١١].

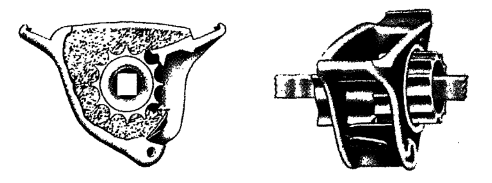
وقد طور تشاتسلر[٩] طريقة مماثلة يتم فيها وضع البذرة المفردة على شريط ورقي قابل للذوبان وعلى مسافات ١٠ مليمتر [٤,٠ بوصة]. وطور في وحدة الزراعة حيث تقطع الشريط إلى أقسام لكل بذرة مفردة وتوضع هذه الأقسام في شكل مخروطي في التربة. وقد شمل هذا النظام على وحدة تتحكم في تصرف مادة تعادل أو تمنع تشقق الطبقة السطحية من التربة (فيرمكيولايت) حيث توضع هذه المادة داخل الشكل المخروطي للورقة المحتوي على البذرة. ووجود تثقيب على أحد جوانب الشريط يعمل على تزامن وضع البذرة على الشريط وقطع الشريط إلى أقسام بواسطة الآلة. وبهذه الطريقة يمكن ضبط المسافات بين البذور.

**١٠ ـ ٩ أجهزة التلقيم المستمر للبذور:**

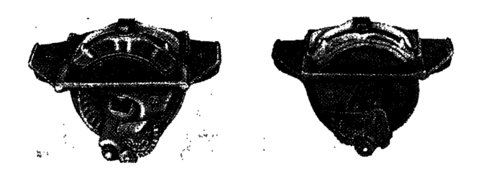
توجد ثلاثة أنواع من أجهزة التلقيم المستمر للبذور والتي تعطي نوعاً ما للاستمرارية في انسياب البذور وهي موضحة في الأشكال ١٠ ـ ١٠، ١٠ ـ ١١، ١٠ ـ ١٢.

وتستخدم أجهزة التلقيم ذات الاسطوانات المموجة وذات المجرى الداخلي المزدوج إلى حدٍّ ما مع آلات الزراعة على خطوط ولكنها تستعمل أساساً لعمليات تسطير الحبوب. وعموماً تفضل أجهزة التلقيم ذات الاسطوانات المموجة على الأنواع ذات المجرى الداخلي المزدوج وذلك عند تداول بذور صغيرة نسبياً. وقد تستعمل أجهزة التلقيم ذات المجرى الداخلي المزدوج مع البذور الكبيرة والصغيرة أيضاً. ويستخدم جانب واحد فقط من المجريين في أي وقت ويتم اختياره على أساس حجم البذرة.

ويمكن التحكم في معدل تلقيم البذور بتحريك الاسطوانة المموجة



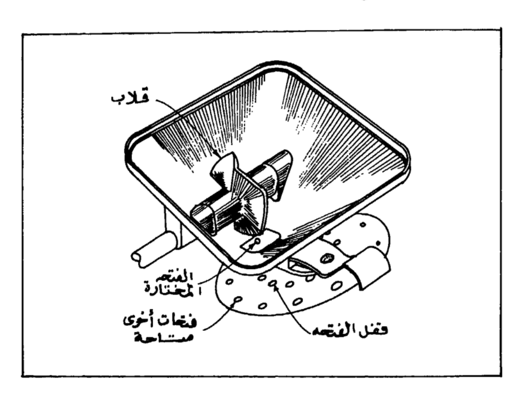
شكل ١٠ ـ ١٠ : جهاز تلقيم ذو الاسطوانة المموجة (Courtesy of Deer and Co).



شكل ١٠ ـ ١١ : جهاز تلقيم ذو المجرى الداخلي المزدوج، ويبين جانبي الخلايا الكبيرة والصغيرة (Courtesy of Deer and Co).

محورياً لتغيير المقدار المعرض منها للبذور في صندوق البذور. والطريقة الأساسية للتحكم في معدل التلقيم في النوع ذي المجرى الداخلي المزدوج يتم بتغيير نسبة السرعة بين عجلة الأرض وعمود التلقيم.

وتحتوي آلات نثر البذور عادة على جهاز تلقيم ذي فتحة ثابتة. ويتم التحكم في معدل التلقيم بضبط مقاس الفتحة. وتمنع القلابات من تراكم البذور فوق الفتحة كما تقلل من تأثير ارتفاع الحبوب داخل الصندوق على معدل الانسياب. وتستخدم الوحدة المبينة في شكل ١٠ ـ ١٢ بكثرة لزراعة الخضروات. ويحرك القلاب البذور للأمام والخلف على فتحة التلقيم المختارة لإعطاء المعدل المرغوب. كما تتوفر بهذه الآلة العديد من الأقراص التي تحتوي على مدى واسع من الثقوب المختلفة.




**شكل ١٠ ـ ١٢ : جهاز تلقيم ذو الفتحة الثابتة مع القلاب، ويستعمل على بعض الات زراعة الخضر. (خزان الحبوب غير مبين).**

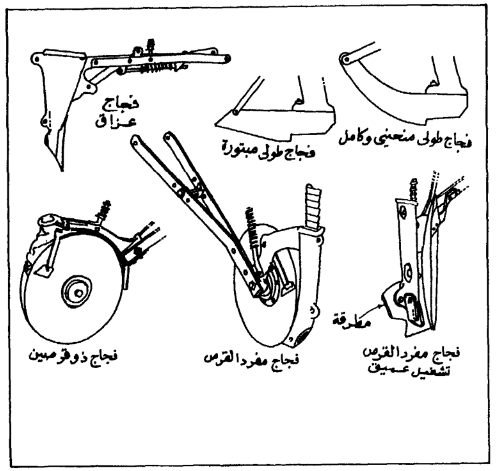
**١٠ ـ ١٠ : الفجاجـات:**

يـوضح شكـل ١٠ ـ ١٣ بعض الأمثلة لكل من الأنـواع الدوارة والثـابتة للفجاجات. ويتأثر الاختيار من بين هذه الأنواع أو من الأنواع الأخرى المشابهة لها على عدد من العوامل. فالعمق الأمثل للزراعة يتغير لمختلف المحـاصيل ويتأثر بنوع التربة وظروف الرطوبة ودرجة الحرارة بها وموسم الزراعة. . . . . إلخ. فبعض البذور حساسة إلى الظروف البيئية وتتطلب العنايـة في التحكم في عمق الزراعة بينما يمكن أن يتحمل البعض الآخر المدى الواسع من هذه الظروف.

والفجاج الطولي المنحني أو الكـامل وهـو بسيط التركيب ويعمـل جيداً على الأعماق المتوسطة والتربة الخالية من الأعشاب أو الحشائش وهو مناسب للظروف التي تقابل آلات زراعة الذرة والقطن. وقد يزود الفجاج بأقراص من النـوع الأفقي (حذاء) لتحـديد العمق وذلـك للأراضي المفككـة. ويستعمـل الفجاج الطولي المبتور أحياناً لآلات زراعة الذرة في الأراضي الخشنة والتي بها أعشاب.

ويزود الفجاج العزاق بباي للحماية كما هو مبين في شكل ١٠ ـ ١٣ وهو منـاسب للأراضي المتحجـرة أو المليئة بـالجذور. وتستعمـل للوضـع العميق للبذور إذا كانت التـربة نسبيـاً خاليـة من الأعشاب. وفي بعض آلات زراعـة الخضر يوجد فجاجات عزاقة أصغر بكثير مما هو مبين (شكل ١٠ ـ ٤).

والفجاجات القرصية مناسبة للأراضي التي بها أعشاب أو الصلبة نسبياً. وهي مرضية الأداء في الأراضي الـرطبة أو التي يمكن أن تلتصق التـربة على أسطحها عن الفجـاجات الثـابتة حيث يمكن أن تـظل نظيفـة بوضـع مكاشط عليها. وتعتبر الفجاجات المفردة القرص والمستخدمة على آلات التسطير أكثر كفاءة لاختراقها للتربة وقطع الأعشاب عن تلك المزدوجة القرص. وتستعمل الفجـاجات ذات القـرص المفرد والمـزودة بمطرحـة كما هـو مبين في الجزء




**شكل ١٠ ـ ١٣: بعض الأنواع الشائعة من الفجاجات. الفجاج المفرد القرص مقعراً بدرجة خفيفة والفجاج ذو القرصين تكون أقراصه مسطحة ومتصلة ببعضها من أسفل.**

الأيمن السفلي في شكل ١٠ ـ ٣ عند زراعة البذور في أخاديد حيث تترك التربة على شكل سلسلة من الأخاديد. أما الفجاجات المزدوجة القرص فهي مناسبة جداً للزراعة المتوسطة والبسيطة العمق لمحاصيل الخطوط وخاصة تلك البذور الحرجة في متطلبات زراعتها بالنسبة لعمق الزراعة وذلك لأنه يمكن التحكم في العمق بدقة تركيب وحدة ضبط العمق على الفجاج (شكل ١٠ ـ ١٥).

وقد طور نوع آخر من الفجاجات لزراعة بنجر السكر وله حافة ناتئة ضيقة بارتفاع ٣٢ مليمتر [$\frac{1}{4}$ ١ بوصة] وتتمركز على حافة لعجلة مسطحة. وتضغط

العجلة التربة لعمل شق على حرف V مما يعطي ثباتاً للتربة في منطقة البـذرة أكثر من المتحصل عليها بالفجاجات القرصية أو الطولية. ويحدد عمق الزراعة بارتفاع الحافة الناتئة. وقد بينت الاختبارات الحقلية، على بنجر السكر، ازدياد ظهور البادرات بكثرة عنه في حالة الفجاجات القرصية المزدوجة[٥].

**١٠ ـ ١١: وسائل تغطية البذرة:**

يوجد العديد من وسائل تغطية البذرة منها السلاسل والقضبان والزحافات والعجلات الضاغطة من الصلب أو الكاوتش والعجـلات الغير منفـوخة شكـل (١٠ ـ ١٤). وكما أشير في قسم ١٠ ـ ٦ فإن وسيلة التغطيـة يجب أن تلصق البذرة بالتربة الرطبة مع ضغط التربة حول البذرة وتغطيتها بالعمق المـلائم ثم تترك التربة فوق الخط مباشرة في صورة مفككة لتقليـل فرصـة تصلب القشرة وتشجيع سهولة ظهور البادرات. فبعض البذور يكون حساساً لهذه العوامل عن البعض الآخر، ولهذا فالسلاسل البسيطة المسحوبة والتي تكاد أن تغطي البذور ـ بتربة مفككة تعتبر مرضية في حالة تسطير البذور تحت معظم الظروف عندما توجد وفرة من الرطوبة. وفي الأراضي الرملية المفككـة قد تستعمـل عجلات ضاغطة بسمك بسيط وذات حافة حديدية أو مطاطة وتسير خلف الفجاج وهي تميل إلى إعطاء زيادة في عدد النباتات في الحقـل وفي المحصول وذلـك في المناطق التي تكون فيها الرطوبة عاملاً محدداً.

وشكـل ١٠ ـ ١٤ يبين بعض الأنـواع من العجـلات الضـاغـطة والتي تستعمل لآلات الزراعة في خطوط. والعجلات الضاغطة الحديدية المشقـوقة المنتصف والمقعرة الجافة شائعة الاستعمال في محاصيل الـذرة والمحاصيـل الكبيرة البذرة. وتستعمل العجلات الضاغطة الغير منفوخـة بكثرة في الخضـر وبعض المحاصيل الأخرى. فالمرونة الموجودة بالعجلة تجعلها دائماً نظيفة من التصـاق التربـة أو الـطين عليهـا. والعجـلات التي لهـا ضلع مـركـزي (شكل ١٠ ـ ١٤) تضغط التربة وتثبتها حول البذور وقد أعطت نتائج جيدة في

زراعة بنجر السكر. والسلاسل المسحوبة خلف هذه العجلات تقوم بملء الشقوق المتخلف عنها بالتربة المفككة وأحياناً تستعمل العجلات الكاوتش الغير سميكة خلف الفجاج لتضغط البذرة قبل تغطيتها فتحسن من ظهور البادرات وخاصة في زراعة القطن.

**١٠ ـ ١٢ : تركيب آلة زراعة محاصيل الصفوف:**

تصمم معظم آلات زراعة محاصيل الصفوف لزراعة عدد من المحاصيل وذلك باستبدال أقراص البذور وبعض أجزاء أجهزة التلقيم. وتتكون آلة الزراعة في صفوف من عدد من الوحدات المتماثلة تركب على إطار واحد حيث يمكن التحكم في المسافات بين الصفوف بينها. وهي إما مقطورة أو معلقة وتستعمل العديد من التراكيب المختلفة للفجاجات، وأجهزة التلقيم وأجهزة تغطية البذرة. وجهاز التلقيم على كل وحدة يستمد حركته من دوران العجلة الضاغطة ولكن قد تدار في بعض الأحيان عن طريق عجلة خاصة أو من حركة الفجاجات القرصية المزدوجة.



**شكل ١٠ ـ ٤ أنواع مختلفة من العجلات الضاغطة والتي تستعمل مع آلات زراعة محاصيل الخطوط (Courtesy of Allis Chalmers).**

والآلات المقطورة أو المعلقة يمكنها أن تزرع ٢ , ٤ , ٦، ٨ و١٢ صفاً وتغطي عرضاً قد يصل إلى ٩ أمتار[٣٠ قدم]. وقد توصل آلتان مقطورتان

ببعضهما لتغطية عرض أكبر من ذلك. بينما في حالة الآلات المعلقة ولتغطية عرض أكبر من ٦ أمتار [٢٠ قدم]، فتهيء الوحدات الأخرى على قضبان بحيث يمكن تثبيتها معاً لتعليقها على الجرار أثناء النقل. وفي أي من وحدات الزراعة سواء مقطورة أو معلقة فإن عمق الزراعة لكل وحدة يكون مستقلاً عن الوحدات الأخرى حيث يتم التحكم فيه عن طريق العجلة الضاغطة أو عجلة خاصة أو حذاء أو وحدة ضبط العمق على الفجاجات القرصية المزدوجة (شكل ١٠ ـ ١٥).



**شكل ١٠ ـ ١٥: وحدة زراعة في صفوف ومعها الفجاج القرصي المزدوج ومركب عليه عجلة ضبط العمق. وتمد العجلة الضاغطة الحركة إلى وحدة التلقيم من خلال مجموعات من العجلات المسننة والجنازير (Courtesy of Deer and Co).**

وتعلق صناديق البذور على كل وحدة لكل صف مباشرة فوق الفجاج ويجب أن تكون قريبة من الأرض بقدر الإمكان.

كما قد تركب وحدات للتسميد الكيماوي حيث يمكن وضع السماد في التربة وفي الأماكن المحددة بالنسبة للبذور وذلك لمعظم محاصيل الصفوف، كما يمكن تركيب وحدات لمبيدات الآفات. ويمكن في بعض الحالات أن يركب خزان واحد للسماد لخدمة عدد من صفوف الزراعة وذلك للآلات المقطورة حيث يقل بذلك زمن الملء .

**١٠ ـ ١٣ : تدريج ومعالجة البذور :**

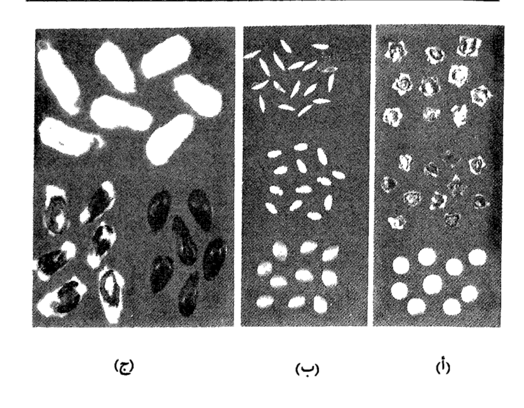
أحد متطلبات الزراعة الدقيقة لمحاصيل الصفوف عند استخدام أجهزة تلقيم المحتوية على خلايا هو أن تكون البذور منتظمة الحجم والشكل. وللحصول على أحسن النتائج فإن ذلك يتضمن التدريج المضبوط للبذور إلى حدود حجمية مقبولة كما يتم معها اختيار قرص البذور الملائم. فالبذور الكبيرة جداً عن حجم خلايا قرص البذور سوف تبقى في صندوق البذور أو تبرز من الخلية وتتكسر بمرور القرص عند رافعة حجز البذور. ومن ناحية أخرى فالبذور الصغيرة جداً سوف تسمح بوجود أكثر من بذرة في الخلية أو أن البذرة العلوية سوف تتكسر بفعل رافعة حجز البذور. وبالتالي فالبذور الملساء والشبه كروية الشكل هي الأحسن ملائمة للزراعة الدقيقة.

والتقدم الذي حدث بتطوير أنواع مختلفة من البذرة المهجنة أدى إلى اختلافات واسعة في شكل وحجم البذرة الأمر الذي يزيد من صعوبة مشكلة التدريج خاصة إذا أخذ في الاعتبار كل من الأبعاد الرئيسية الثلاثة للبذور. والتصنيف الدقيق يتطلب عدداً كبيراً من الدرجات وبالتالي يحتاج إلى عدد من أقراص البذور في آلة الزراعة لتناسب كل درجة. ومع ذلك فالأداء المحسن لآلة الزراعة عادة ما يبرر التكاليف المضافة لبذور مدرجة أحسن. وأجهزة التلقيم الموضحة في شكل ١٠ ـ ٧ و ١٠ ـ ٨ يمكنها تداول جميع الأحجام والأشكال من بذور الذرة ولكن لا توجد معلومات تشير إلى كفاءة التلقيم .

وفي بعض الحالات يتم تعديل وحدات البذرة الفردية إما للحجم أو الشكل أو حالة السطح لجعلها أكثر ملائمة للزراعة الدقيقة. واحد الأمثلة القديمة لإعداد البذرة تجارياً هو تعديل كريات بذرة بنجر السكر لتنتج وحدات بذرية أصغر وتكون أقرب إلى الشكل الكروي وينمو من البذرة نبتة واحدة فقط لكل وحدة بدلاً من واحد إلى خمس نبتات في كريات البذرة الطبيعية[٣]. وكان لارتفاع نسبة النباتات المفردة أثره في التخفيض الكبير لتكاليف الخف اليدوي وجعل الخف الميكانيكي ممكناً.

وقد طورت طريقة إعداد بذور البنجر الفردية هذه بواسطة أخصائيي تربية النبات في عام ١٩٤٨ م وأصبحت الآن فعلاً تحل محل الكريات المتعددة البذور. كما يجب أن تعد البذور المفردة لتناسب الزراعة الدقيقة وذلك لأنه في حالتها الطبيعية تكون أقرب إلى شكل رقاقة ولها محيط خارجي فليني خشن (شكل ١٠ ـ ١٦ أ). وتتم عملية الإعداد بواسطة مقشر بذور (طور أساساً للكريات المتعددة البذور)[٣] أو آلة تلميع الأرز. وعملية الإعداد تزيل الكثير من المادة الفلينية وتعمل على تنعيم محيطها ولكنها تترك البذور قرصية الشكل. والتصنيف الدقيق الذي يؤدي إلى التقارب الحجمي المسموح به والملائم لحجم الخلية هو من الضرورة بمكان لنتائج التلقيم الجيد.

وتغلف أحياناً البذور الصغيرة والغير منتظمة الشكل بمواد تجعل البذرة أكبر وأكثر قرباً من الشكل الكروي لتكون ملائمة أكثر للمرور مفرداً في أجهزة التلقيم[٢٥]، حيث تصنف الكريات إلى حجوم منتظمة. ويجب أن تكون مواد تغليف البذرة متينة بالقدر الذي تتحمل معه تداولها ونقلها ومسامية بالقدر الذي يسمح بتنفس البذرة بداخلها. ويجب أن تلين بسرعة عند اتصالها برطوبة التربة وتسمح بانتقال الرطوبة المناسبة للبذرة لتشجيع الإنبات وظهور البادرة. وتحتوي كل كرية على بذرة واحدة فقط ويجب أن لا تكون تالفة.



(أ) (ب) (ج)

شكل ١٠ ـ ١٦ : أمثلة لإعداد البذرة:
أ ـ بذرة بنجر السكر . ـ (أعلى) طبيعية وغير مدرجة، ومعدة ومغطاة.
ب ـ بذرة الخس ـ (أعلى) البذرة بدون تغليف، تغليف بسيط، تغليف كامل.
جـ ـ (أعلى) بذرة القطن وعليها الزغب، نزع الزغب ميكانيكياً (أسفل يسار)، نزع الزغب بالأحماض (أسفل يمين). كل البذور مبينة تقريباً بحجمها الحقيقي.

وتغلف أحياناً البذور المفردة لبنجر السكر لتحسين الخصائص التلقيمية وبالتالي تقل نسبة الازدواج أثناء الزراعة. وقد جرب التغليف على أنواع مختلفة لبذور الخضر وأعطى درجات متفاوتة من النجاح والقبول. ويكون إنبات البذور المغلفة أبطأ من البذور الطبيعية كما يكون أكثر حرجاً بالنسبة لإعداد التربة، وعمق الزراعة وظروف الرطوبة. وفي تطوير حديث على بذور الخس للحد من تأثير هذه المشاكل يتم التغليف بالقدر الأدنى منه بحيث تكون نسبة كتلة مادة التغليف إلى البذور حوالي ١٠ إلى واحد بدلاً من ٥٠ إلى واحد للتغليف

الكاملة. وشكل ١٠ ـ ١٦ ب يبين بذور الخس الطبيعية. مغلفة تغليفاً بسيطاً، ثم تغليفاً كاملاً. والبذور المغلفة تغليفاً بسيطاً يمكن تلقيمها بطريقة مرضية في أجهزة التلقيم ذي الخلايا، كما أن إنباتها أسرع من البذور الكاملة التغليف[١٦]. ويمارس التغليف البسيط مع الخس[٢٢] وأيضاً مع بعض محاصيل الخضر الأخرى مثل الطماطم والجزر.

وتعتبر بذور القطن أكثر سهولة للزراعة بانتظام بعد إعدادها. فبسبب وجود الزغب (شكل ١٦ ـ ١٦ جـ) تلتصق البذور في مجاميع مما يسبب عدم انسيابها بسهولة. ويتطلب هذا وحدات زراعة خاصة بها كما يصعب توزيع البذور وإن لم يكن ذلك مستحيلاً. فالبذور التي عوملت ميكانيكياً أو كيماوياً لإزالة الزغب يصبح من الممكن تداولها بنفس نوع وحدات الزراعة المستعملة مع محاصيل الصفوف الأخرى، ويمكن الحصول على معدلات زراعة أكثر انتظاماً عنه من البذور التي عليها الزغب. وتتم إزالة الزغب حالياً لمعظم البذور عند زراعة القطن.

**١٠ ـ ١٤ الزراعة الدقيقة:**

الزراعة الدقيقة تعني المسافة المضبوطة بين البذور المفردة في الصف، التحكم الدقيق في عمق الزراعة، وخاصة في حالة محاصيل الخضر المنزرعة على أعماق صغيرة وأيضاً خلق بيئة إنباتية منتظمة لكل بذرة. والمشكلة الأساسية لتطوير آلات زراعة من النوع ذي أقراص الخلايا لزراعة الذرة هي الحصول على التلقيم الدقيق والسقوط المنتظم للبذرة عند سرعات أمامية عالية. وتتواجد آلات زراعة الذرة والتي تؤدي عملاً مقبولاً عند سرعات من ٨ إلى ١١ كيلومتر/الساعة [ ٥ إلى ٧ ميل / الساعة ].

إن الهدف الأول للزراعة الدقيقة لبنجر السكر والخضروات الأخرى التي تتطلب خفاً بسبب انخفاض معدلات ظهور البادرات، والتي لا يمكن التنبؤ بها هو الحصول على نباتات مفردة وعلى مسافات بعيدة عن بعضها كافية لأداء

الخف ميكانيكياً أو تشغيل العمالة اليدوية على الحد الأدنى. وبالإضافة إلى خفض تكاليف الخف، فالزراعة الدقيقة تجعل توقيت عملية الخف أقل حرجاً، وتقلل المنافسة بين النباتات المتلاصقة قبل الخف وتقلل اصطدام النباتات الباقية أثناء الخف. إن النضج الأكثر انتظاماً للمحاصيل، كنتيجة للزراعة الدقيقة، يزيد من إمكانية الحصاد الغير انتقائي لها كما في حالة الخس. . وأجهزة التلقيم من الأنواع المبينة في الأشكال ١٠ ـ ٢ ب، ١٠ ـ ٤، ١٠ ـ ٥، ١٠ ـ ٦ هي الشائعة الاستعمال لبنجر السكر والبذور الصغيرة للخضروات، وأقصى سرعة أمامية لها أقل بكثير مما هي عليه لآلة زراعة الذرة.

والمتطلبات الأساسية للزراعة الدقيقة بجهاز تلقيم ذي الخلايا هي : ـ

١ ـ يجب أن تكون البذور منتظمة الحجم والشكل وتفضل الكروية الشكل.
٢ ـ يجب أن يكون حجم خلايا البذور ملائماً للبذرة وأن تكون الأقراص والأجزاء الحرجة الأخرى لجهاز التلقيم مصنوعة بدقة.
٣ ـ يجب أن يتوفر للبذرة الفرصة المناسبة لدخول الخلايا. حيث إن سرعة قرص البذور والمسافة التي تتعرض لها الخلايا في صندوق البذور هي من العناصر الأساسية لدخول البذور في الخلايا. ويكون لتخفيض السرعة تأثير أكثر عن طول مسافة التعريض.
٤ ـ يجب توفر وسيلة جيدة لمنع امتلاء الخلية بأكثر من بذرة وبدون كسر مفرط للبذور.
٥ ـ يجب أن يكون إفراغ البذور من الخلايا إيجابياً.
٦ ـ يجب أن لا تضر البذور بالقدر الذي يؤثر على الإنبات.
٧ ـ يجب أن لا تنقل البذور من جهاز التلقيم إلى قاع الأخدود بالطريقة التي يمكن بها المحافظة على نظام المسافات الناتج من جهاز التلقيم.

٨ ـ يجب أن توضع البذور على العمق المناسب في أخدود ضيق وبأقل قدر ممكن من الارتداد أو الدحرجة في الأخدود.

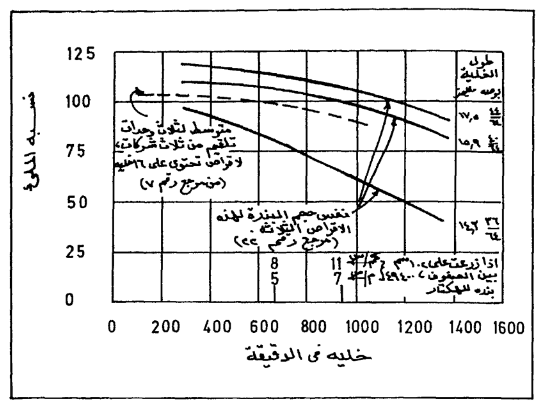
ومثل أي عملية زراعة فإنه يجب تغطية البذور بانتظام وكبس التربة حولها بالدرجة المناسبة .

**١٠ ـ ١٥ العوامل المؤثرة على امتلاء الخلية وضرر البذرة:**

تتأثر نسبة ملء الخلايا لأي آلة زراعة بعدة عوامل مثل الحجم الأقصى للبذرة وعلاقته بحجم الخلية، مدى حجوم البذور، شكل البذور، شكل الخلية، زمن تعرض الخلية للبذور في صندوق البذور، والسرعة الخطية للخلية. وتعرف نسبة ملء الخلايا بأنها العدد الكلي للبذور المتصرفة مقسومة على العدد الكلي للخلايا التي تمر على نقطة التصرف وتبعاً لهذا التصرف فإن ١٠٠ ٪ نسبة ملء لا تعني بالضرورة أن كل خلية احتوت على بذرة واحدة، ولكنها قد تعني أن أي خلايا فارغة قد تكون عوضت بعدد من البذور لملء خلايا أخرى.

وعادة يمكن الحصول على الانتظام الأحسن لتوزيع البذور بتوفيقات من حجم البذرة، حجم الخلية، وسرعة الخلية والتي تعطي حوالي ١٠٠ ٪ كمتوسط لملء الخلايا.

يبين شكل ١٠ ـ ١٧ العلاقة بين نسبة ملء الخلايا والسرعة عند تلقيم ذرة بأقراص أفقية ذات خلايا حافية (محيطية). ويبين المنحنى المنقط الزيادة القليلة جداً في ملء الخلايا (قليل جداً من ازدواج بذور الذرة في الخلية) عند تنخفض السرعة تحت نقطة ١٠٠ ٪ ملء والتي تشير إلى أنه ربما كانت البذور أكثر انتظاماً وأن حجم الخلية يلائم البذور أحسن مما هو عليه للمنحنيات الثلاثة الأخرى. وفي اختبار ببذور بنجر السكر المعالجة بالتغليف وبآلتين للزراعة الدقيقة وبأقراص بذور أفقية (مثيلة لما في الشكل ١٠ ـ ٢ ب) وجد




**شكل ١٠ ـ ١٧ تأثير سرعة القرص وحجم الخلية على نسبة ملء الخلية بالذرة ـ لأقراص أفقية (المسافة بين الصفوف ١٠٢ سنتيمتراً (٤٠ بوصة) فرضت للبيانات من المرجع ٢٣، لتعطي ٤٩٤٠٠ بذرة للهكتار (٢٠٠٠٠ بذرة للأيكر) .**

بارمنجتون(٤) انخفاضاً خطياً في نسبة الملء من ١٢٢ ٪ عند سرعة خلية ٣ متر/دقيقة [١٠ قدم /دقيقة] إلى ٢٧ ٪ عند ٥٥ متر/دقيقة [١٨٠ قدم/دقيقة]، وأن نسبة ١٠٠ ٪ ملء كانت عند سرعة ١٥ متراً/دقيقة تقريباً[٥٠ قدم/دقيقة]. وقد تم الحصول على نتائج مشابهة مع آلات زراعة بأقراص دوارة رأسية .

ويظهر تأثير سرعة الخلية أكثر على البذور الخشنة السطح مقارناً مع البذور الكبيرة الملساء مثل الذرة. ويكثر حدوث ازدواج البذور في الخلية عند السرعات المنخفضة وذلك في حالة البذور الصغيرة مقارناً مع البذور الكبيرة. فعند زراعة بذور مثل بنجر السكر فإن أحسن أداء لوحدة التلقيم ذي الخلايا

يمكن أن يتحصل عليه فقط في مدى ضيق نسبياً من سرعات الخلايا بينما في حالة البذور كبيرة مثل الذرة فإن نسبة الملء لا تتأثر كثيراً بالسرعة تحت تلك التي تعطي ١٠٠ ٪ ملء ويكون الاعتبار الأساسي هو المحافظة على سرعات منخفضة نسبياً للقرص.

وإذا ما تحددت المسافة بين البذور في الصف والسرعة الأمامية فإن ازدياد عدد الخلايا على قرص البذور يقلل السرعة الخطية للخلية.

والمنحنيات في شكل ١٠ ـ ١٧ تبين تأثير حجم الخلية على نسبة الملء. فبالرغم من أن القرص ذا الخلية الذي بطول ١٤,٣ مليمتر [٣٦/٦بوصة] قد أوصي به من قبل منتجي البذور، ولجملة من هذه البذور بصفة خاصة[٢٣] إلا أنه من الواضح تماماً أنه صغير جداً. كما أعطت أكبر الخلايا (المنحنى الأعلى) نسبة زائدة من الازدواج في الخلية عند السرعات المنخفضة وأحدثت تلفاً مفرطاً بالبذور عند السرعات العالية[٢٣]. ويتضح أيضاً تأثير العلاقة بين حجم البذرة وحجم الخلية في اختبارات استخدمت فيها بذور بنجر السكر المغلفة وأقراص بذور أفقية لها خلايا بقطر ٤,٣٧ ملليمتر[٦٤/١١ بوصة] والتي درجت فيها البذور لدرجات متقاربة الأحجام من ٢,٧٨ إلى ٣,١٨ ملليمتر [٦٤/٨٤,٧ بوصة] ٣,١٨ إلى ٣,٥٧ ملليمتر [٨ إلى ٦٤/٩ بوصة]، ٣,٩٧/٣,٥٧ ملليمتر [٩ إلى ٦٤/١٠ بوصة] وقد أعطت ملء حوالي ١٤٠، ١٠٠ و ٩٠ ٪ على الترتيب[٤].

وعموماً فقد بينت الخبرة بأنه يجب أن يكون طول أو قطر الخلية أكبر من أقصى بعد للبذرة بحوالي ١٠ ٪ وأن عمق الخلية يجب أن يكون مساوياً لمتوسط قطر البذرة أو سمكها. ويتحسن الأداء بتدريج البذور إلى مسموحات حجمية متقاربة. كما يكون حجم الخلية أقل حرجاً مع أجهزة التلقيم التي تعمل بضغط الهواء وأنه ليس عاملاً مؤثراً مع أجهزة التقاط الحبوب بالتفريغ.

وتتسبب وسائل حجز البذور فوق الأقراص الأفقية أو الرأسية الدوارة في معظم تلفيات البذور، وتزداد نسبة تلف البذور بازدياد سرعة الخلية. كما يزداد التلف أيضاً بازدياد حجم الخلية. ويمكن تقليل تلف البذور باستخدام وسائل لحجز البذور تتميز بمرونة كافية أو باستعمال تصميمات يتم فيها رفع البذرة المفردة وبدون حاجة لحجزها كما في الأقراص المائلة وأجهزة التلقيم بالضغط أو بالتفريغ.

**١٠ - ١٦ التحكم في البذرة في ما بين جهاز التلقيم والأخدود:**

لا تصبح للتلقيم الدقيق مزايا ذات أهمية إلا إذا أمكن التحكم في البذور وأخذت كل بذرة نفس الموقف من جهاز التلقيم إلى أن تصل إلى الأخدود. وقل ارتداد أو دحرجة البذرة في الأخدود. وتعتبر هذه العوامل حرجة، خاصة للزراعة في مسافات ضيقة في الصف أو على سرعات أمامية عالية. فعند التسطير على سرعة ٤,٨ كيلومتر/الساعة [٣ ميل/الساعة] وعلى مسافات ٥٠ مليمتراً [٢ بوصة] بين البذور في الصف فإن البذرة التي تتأخر بزمن قدره ١/٢٥ من الثانية سوف يتم تجاوزها بالبذرة التالية لها.

ويمكن تقليل الاختلافات في زمن السقوط بإحدى الطرق التالية:

١ - استعمال أنابيب بذور قصيرة، ملساء وذات قطر صغير وتكون نهايتها قريبة من قاع الأخدود.

٢ - تصريف البذور مباشرة من جهاز التلقيم وعلى بعد مسافة قصيرة من قاع الأخدود.

٣ - نقل البذور ميكانيكياً من وحدة التلقيم إلى الأخدود كما يحدث في بعض الصمامات الموجودة في آلات الزراعة في جور (شكل ١٠ - ١٨).

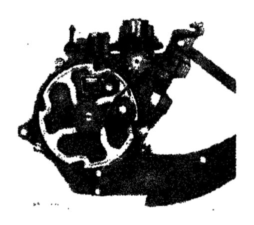
إن أبطأ سرعات الخلية أو استعمال أنابيب مشكلة المسار للبذرة عند استخدام سرعات عالية لقرص البذور يقلل من الارتداد خلال مسار البذرة[٢].

ويمكن تقليل حركة البذرة في الأخدود بجعل هذه الأخاديد ضيقة وإكساب البذرة الخارجية مركبة سرعة خلفية لتوازن على الأقل السرعة الأمامية لآلة الزراعة. وقد تم الحصول على انتظام محسن في اختبارات لآلات زراعة الذرة والقطن والمحتوية على أقراص للبذور وذلك بإمالة أنابيب البذور إلى الخلف بزاوية ١٥ إلى ٣٠° من المستوى الرأسي (٧) ، (٢٦) .

كما وأن السرعات الكبيرة المتجهة لأسفل(كالإسقاط من مسافات طويلة) تؤدي إلى زيادة ارتداد وإزاحة البذور في الأخدود.

**١٠ - ١٧ التلقيم المجمع :**

يمكن استخدام أقراص البذور التي تحتوي على خلايا كبيرة بالقدر الذي يسمح بامتلائها بمجموعة من البذور في التقليم المجمع، ولكن هذا كثيراً ما يحدث بعثرة للبذور وخاصة على السرعات الأمامية العالية. وقد تتشتت البذور نتيجة لتأخر انسيابها من خلايا القرص، أو تتأخر أثناء سقوطها في أنبوبة البذور وعند اصطدامها بالأخدود(٢).



شكل ١٠ - ١٨ صمام دوار للتلقيم المجمع




شكل ١٠ - ١٩ صمام ترددي للتلقيم المجمع

(Courtesy of White Farm Equipment Co).

ويمكن الحصول على مسافات أكثر دقة بين الجور ومجاميع متقاربة من البذور في الجورة الواحدة باستعمال الصمام الدوار أو عجلة نقل البذور المبينة في شكل ١٠ ـ ١٨ مقارناً عنه باستعمال أقراص البذور المجمعة. وهذه العجلة تجمع العدد المرغوب فيه من البذور للجورة أثناء تصرفهم من قرص البذور ثم تنقلها على مقربة من قاع الأخدود على سرعة منخفضة بالنسبة للأرض.

وقد طورت الصمامات الآلية من النوع المبين في شكل ١٠ ـ ١٩ أساساً لزراعة الذرة بطريقة التلقيم المتقاطع حيث تكون المسافات بين البذور مساوية للمسافات بين الصفوف، ويمكن استعمالها أيضاً للتلقيم المجمع. ومع ذلك فإن الصمامات الدوارة تكون أكثر ملائمة للعمليات التي تتم على سرعات عالية. وفي تركيبة الصمام الترددي توجد كامة على ذراع التغذية لفتح الصمامين في آن واحد لكل مجموعة بذور فتقذف البذور الساكنة على الصمام السفلي إلى أسفل وللخلف وعلى مسافة قصيرة نسبياً من الأخدود، بينما، وفي نفس اللحظة، تترك البذور المجمعة على الصمام العلوي لتسقط حرة على الصمام السفلي. ويتم إغلاق الصمامين عن طريق فعل زمبركي.

### ١٠ ـ ١٨ اختبار آلة الزراعة:

بالرغم من أن المعيار النهائي لتقييم عملية الزراعة الكاملة هو عدد النباتات المتحصل عليها في الحقل، إلا أن هذه النتيجة تتأثر بحيوية البذرة والعوامل البيئية والتي هي خارجة عن تحكم آلة الزراعة، ويمكن تحديد تأثير الأنواع المختلفة للفجاجات أو العجلات الضاغطة وذلك بظهور البادرات في الحقل.. ولكن يمكن التأكد من أداء جهاز تلقيم البذور وبسهولة وذلك معملياً عنه في الحقل. فيمكن ملاحظة انتظام المسافة بين البذور وبسهولة وذلك بتعليق آلة الزراعة على ركائز مناسبة، ثم يمرر لوحة مدهونة بطبقة من الشحم تحت أنابيب البذور وبمعدل يمثل السرعة الأرضية للآلة. ويمثل نمط البذور الناتجة أداء جهاز التلقيم بما في ذلك أنبوبة البذور، ولكنه لا يبين تأثير ارتداد

البـذور في الأخـدود. وتستعمـل الأجهـزة الحسـاسـة للضـوء والـوحـدات الاليكترونية لتسجيل مسار وتعداد البذور الساقطة.

وغالباً ما يعبر عن أداء أجهزة التلقيم وحدها بنسب التفويت أو الفرديات أو الازدواجات (أو التعدادات). وقد استعملت طرق عـديدة لتقييم أو مقـارنة أنماط توزيع البذور. ويفترض بعض الباحثين مدى مقبول للمسافات بين البذور ثم يحدد نسب المسافات المقاسة داخل هذا المدى. وأحياناً تعزل المسافات الغير مقبولة، فهي إما قصيرة جداً أو طويلة جداً. وفي طـريقة أخـرى تتضمن قياس كل مسافة ثم حساب الانحراف القياسي ومعامل الاختلاف.

والطريقة الأكثر شيوعاً لتحديد ملء الخلايا هي وزن البـذور التي تجمع أثناء مرور عدد معين من الخلايا عند فتحة تصرف البذور، ويتم عد البذور في كتلة معروفة ثم يحسب العـدد الكلي للبذور التي جمعت. بينمـا يحدد التلف على أساس الكتلة حيث تفحص البذور المكسورة.

وفي طـريقـة أخـرى يتم عـد البـذور التي جمعت أو سجلت في أحـد الترتيبات لتحديد انتظام المسافة بينها. وطريقة العد تعطي مؤشراً مباشراً لعدد البـذور المتصرفـة من كل خليـة على حدة، واحتمـال اختيار الخليـة لصفر، واحد، اثنين أو أي عدد آخر من البذور بينما تشير طريقة الوزن إلى المتوسط العام.

١٠ ـ ١٩ نثر البذور:

قد تنثر البذور بموزعات من النوع الطارد المركزي، أو بتأثرات موزعة على طول صندوق البذور (مشابهة لسطارة البـذور ولكن بدون فجـاجات). أو تـوزيع البـذور من طائـرات الهليكـوبتـر (العمـوديـة) أو من الأجنحـة الثـابتـة للطائرات، وإذا كان للبذور المنثورة أن تغطى بالتربة، فـإن ذلك يتم بعمليـة منفصلة، وعادة باستعمال عزاقات ذات أصابع مدببة.

وتعطي الناثرات الطاردة المركزية طريقة سريعة وغير مكلفة لنثر البذور الصغيرة كالنجيل، وهي مفيدة بصفة خاصة في الحقول الصغيرة والمبتلة والغير منتظمة الشكل أو التي بها عوائق سطحية أو تحت سطح التربة. وتلقم البذور من صندوق البذور خلال فتحة يمكن ضبطها ويوجد فوقها قلاب أو قد تستعمل أحياناً عجلات مموجة. وتسقط البذور على واحد أو اثنين من الأقراص المضلعة والتي تدور بسرعة من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ دورة/دقيقة (وأحياناً أسرع) وتقوم بنثر البذور كنتيجة للقوة الطاردة المركزية. ويتراوح عرض الشريحة المغطاة عادة بين ٦ إلى ١٥ متراً [٢٠ إلى ٥٠ قدماً] حسب تفاوت الصفات الطبيعية للبذرة (الحجم، الشكل، الكثافة ، . . . . . إلخ) سرعة وارتفاع الأقراص، والقوة الطاردة المركزية لهذه الأقراص. ولا يكون التوزيع منتظماً مثل ما هو عليه في تسطير البذور، كما أنه يتأثر بوجود الرياح.

**١٠ ـ ٢٠ الزراعة بالطائرات:**

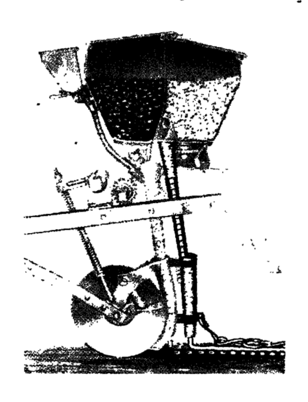
وقد سجلت أول محاولة لاستخدام الطائرة في زراعة الأرز في عام ١٩٢٩ م، حيث كان من الضروري إعادة زراعة بعض الحقول في كاليفورنيا والتي أغرقتها الفيضانات[٦]. وفي الوقت الحالي فإن معظم الأرز المزروع في كاليفورنيا ومساحات كثيرة في ولايات أخرى يتم تشربه مسبقاً بالماء ثم نثره إما على حقول مغمورة أو جافة بواسطة الطائرات. وقد زرعت بعض المحاصيل الأخرى مثل القمح، والشعير، والمراعي باستعمال الطائرات. وتظهر قيمة الطائرات في زراعة المناطق الجبلية والتي بها المرتفعات.

**١٠ ـ ٢١ تسطير البذور:**

آلات تسطير البذور، تحقق عادة، محصولاً أوفر مقارناً مع آلات نثر البذور وذلك للانتظام الكبير في توزيع البذور وعمق الزراعة. فيمكن ضبط

العمق والتحكم فيه لمجموعات الفجاجات خلال روافع مناسبة للضبط. ومع ذلك فإن كل فجاج يضغط لأسفل بفعل زمبرك ضاغط، ويمكن رفعه مستقلاً عن باقي الفجاجات لتخطي بعض العوارض أثناء الزراعة.

وقد يقسم خزان البذور لوضع الأسمدة الكيماوية حيث توضع البذور في القسم الأمامي منه والقسم الخلفي للأسمدة (شكل ١٠ ـ ٢٠).



شكل ١٠ ـ ٢٠ منظر تصوري لآلة تسطير الحبوب والتسميد معاً. . .

وقد يودع السماد من خلال نفس أنبوبة البذور أو خلال ممر منفصل خلف أنابيب البذور، كما تتوفر في الأسواق وحدات للتسميد تركب على آلات تسطير البذور. سوف تناقش معدات التسميد بالتفصيل في الباب الثاني عشر. كما توجد أيضاً تركيبات لتسطير حبوب النجيل الصغيرة، أما على آلة تسطير

الحبوب أو السماد ويستخدم صندوق إضافي مزود بعجلة مموجة بقطر صغير (شكل ١٠ ـ ٢٠) وتصرف الحبوب من خلال أنابيب البذور أو يسمح لها بالسقوط على التربة وخلف الفجاجات. وقد تؤدي عمليات تسطير البذور، توزيع السماد أو بذر النخيل إما مستقلة أو في أي توفيقات حسب الطلب. والفجاجات الموجودة على معظم آلات التسطير من النوع القرصي المزدوج، أو المفرد. . ولكن بعضها قد يوجد عليه فجاجات عزاقة للزراعة العميقة. وتتراوح المسافات بينها من ١٥ إلى ٣٦ سنتيمتراً [٦ إلى ١٤ بوصة]. والمسافات ١٥,٢، ١٧,٨ و٢٠,٣ سنتيمتراً [٨,٧,٦ بوصة] تعتبر قياسية للتسطير. وتستخدم المسافات الكبيرة في حالة الزراعة العميقة (مثل حالة استعمال الفجاج القرصي المفرد، فجاج أخدود عميق في شكل (١٠ ـ ١٣) .

**١٠ ـ ٢٢ زراعة البطاطس:**

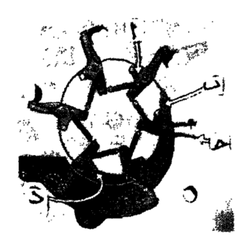
تزرع البطاطس ـ عموماً ـ باستخدام قطع بذرية مقطوعة من الدرنات الكاملة بالرغم من إمكانية زراعة الدرنات الصغيرة كاملة بدون قطعها. وحيث إن معدل الزراعة يكون في حدود ٩٠٠ إلى ١٧٠٠ كيلوجرام/هكتار [٨٠٠ إلى ١٥٠٠ رطل/أيكر] فلا بد من وجود صندوق كبير للبذور. وآلات زراعة البطاطس هي عادة من النوع المقطور (١، ٢، ٤ صفوف) كما يوجد أيضاً وحدات للتسميد بصناديق تسع عدة مئات من الكيلوجرامات لكل صف أو توجد كوحدة متكاملة مع آلة الزراعة. ويتم توزيع السماد في شرائح على جهة أو جهتين من صف الزراعة، وذلك بواسطة الفجاجات القرصية. .

وعموماً تعمل أخاديد البذور بواسطة فجاجات من النوع الطولي، وتتم تغطية ودفن القطع البذرية على أعماق في حدود ١٠ سنتيمتر [ ٤ بوصة ] .

وآلات زراعة البطاطس الأوتوماتيكية تحتوي على عجلة التقاط دوارة رأسية مزودة بوسائل إما الاختراق أو الإمساك بالقطع البذرية ثم إسقاطهم في

الأخدود. والنوع ذو شوكة الالتقاط والمبين في شكل ١٠ ـ ٢١ هو الأكثر شيوعاً.

ويحتوي كل ذراع أو رأس في عجلة الالتقاط على شوكتين حادتين لالتقاط القطع البذرية من غرفة الالتقاط (عند نقطة د) لتحملها معها إلى الأمام ثم تركها فوق الفجاج (عند نقطة ج). ولتجنب سرعة عجلة الالتقاط الزائدة عند الزراعة على سرعات عالية (مثلاً ٨ كيلومتر/الساعة [ ٥ ميل/الساعة ])، فيستعمل عجلتين لكل صف مزودة بستة إلى ثمانية رؤوس التقاط لكل عجلة، وتركب العجلتان جنباً إلى جنب وفي وضع تبادلي للأذرع. ويضبط وضع كل شوكة التقاط على كل رأس ليناسب مختلف حجوم الدرنات. ويتم التحكم في المسافات بين القطع الدرنية في الصف وذلك بالتحكم في نسبة السرعة بين عجلة الأرض وعجلات الالتقاط.





شكل ١٠ ـ ٢١ تركيبة التغذية بشوكة الالتقاط لآلة زراعة البطاطس الأوتوماتيكية. وفي المنظر الأيمن تسبب الكامة ب في أن تترك الرأس اللاقطة القطع البذرية عند جـ. وتسقط الكامة عند د لتسمح للذراع المحمل بزمبرك لخطف أو شبك قطعة درنية جديدة. ويبين المنظر الأيسر كيفية تغذية الدرنات من الصندوق إلى غرفة الالتقاط للمحافظة على مستوى منتظم.

**١٠ ـ ٢٣ الشتل:**

قد يتم إكثار بعض المحاصيل مثل التبغ، الكرنب، البطاطس والطماطم بإنباتها في مراقد خاصة ثم تشتل بعد ذلك في الحقل. وتستعمل الطرق الميكانيكية عادة إذا كانت المساحة المنزرعة كبيرة. وتعتبر آلات الشتل الميكانيكية أيضاً مناسبة لزراعة الأشجار الصغيرة في أعمال إعادة زرع أشجار الغابات والأنواع الأخرى من الزراعات. وتتكون الأجزاء الأساسية لآلة الشتل البسيطة من فجاج، وسيلة لحمل شتلات النباتات، مقاعد منخفضة للعمال لمناولة الشتلات ووضعها مباشرة في الأخدود وعجلات ضاغطة أو أقراص ضاغطة لتغطية الجذور وكبس التربة حولها. وعادة ما تزود الآلة بخزان للماء وعليه صمامات إما للاستعمال المتقطع حول كل نبات أو بطريقة مستمرة على طول الصف. ويضبط العامل المسافة بين الشتلات بالاستجابة عند سماع إشارة صوتية ميكانيكية من الآلة.

وعادة ما تزود الآلات المصممة لوضع النباتات في مراقد ممهدة بفجاجات من النوع الطولي. فالمتطلبات الأساسية هنا هي أن يكون عمق الأخدود منتظم وعريض بالقدر الذي يسمح باستيعاب جذور النبات بدون ازدحامها. وتستعمل العجلات الضاغطة في أزواج، والتي تميل كل واحدة منها للخارج عند قمتها. وفي بعض الأحيان تكون مقدمتها على زاوية متباعدة عن الصف.

ويوجد في بعض آلات الشتل وسائل نقل ميكانيكية للشتلات التي يتم تغذيتها باليد والتي تضع النبات أوتوماتيكياً في الأخدود. ويسمح هذا الترتيب للعامل بالعمل في وضع أكثر راحة، ويميل إلى إعطاء انتظام لوضع الشتلات في الأخدود. .

ويجب أن تصمم وسائل النقل هذه بعناية للتأكد من عدم إتلاف النباتات

ومنع أي احتمال لأذى العامل. وتتطلب العملية ضبط توقيت تحرر النباتات لضمان وضع النبات بطريقة رأسية أثناء تغطية الجذور.

وقد طور هوانج وسبلنتر[١٥] آلة أوتوماتيكية لشتل النباتات في أوعية من النوع العادي الذي يستخدم أحياناً في الشتل اليدوي والتي تتحلل بسرعة بوضعها في التربة. وتحمل هذه النباتات في الأوعية على إطار شبكي على آلة الشتل. وتزاح الأوعية أوتوماتيكياً لتوضع واحدة تلو الأخرى على فتحة فوق أنبوبة إسقاط تحدد مسار الأوعية لإسقاطها في الأخدود.

## مراجع

1 - ABERNATHY, G. H., and J.G. PORTERFIELD, Effect of planter shape on furrow characteristics. Trans. ASAE, 12(1):16 - 19، 1969.

2 - AUTRY, J.W., and E. W. SCHROEDER. Design factors for hill - drop planters. Agr. Eng., 34:525 - 527, 531, Aug, 1953.

3 - BAINER, R. The processing of suger beet seed. Agr., 29:477 - 479, Nov., 1948.

4 - BARMINGTON, R. D. The relation of seed. cell size, and speed to beet planter performancer. Agr. Eng., 29:530 - 533, Dec., 1948.

5 - BARMINGTON, R. D. Trends in sugar beet planter design in Colorado. J. Am. Soc. Sugar Beet Technologists, 12(2):141 - 147,1962.

6 - BARES, E,N. California rice land seeded by airplane. Agr. Eng., 11:69 - 70, Feb., 1930.

7 - BRANDT, R. G., and Z.FABIAN. Developing a high - speed precision planter. Agr. Eng., 45:254 - 255, May, 1964.

8 - BUCHELE, W. F., and S.G. SHEIKH. Application of soil mechanics to plant emergence. ASAE Paper 67 - 655, Dec., 1967.

9 - CHANCELLOR, W.J. Seed tape system for precision selection and planting of small vegetable seeds. Trans ASAE, 12(6):876 - 879, 1969.

10 - DREW, L.O. T.H. GARNER and D.G. DICKSON. Seedling thrust vs. soil strength. Trans. ASAE, 14(2):315 - 318, 1971.

11 - From Union Garbide : Evensed planting. Agr. Eng., 52:187, Apr., 197.

12 - GIANNINI, G.R., W. J. CHANCELLOR, and GARRETT. Precision planter using vacuum for seed pickup, Trans, ASAE, 10(5):607 - 610, 614, 1967.

13 - HARMOND, J.E. Precision vacuum - type planter head, USDA ARS 42 - 115, 1965.

14 - HARRIOTT, B. L.A. packaged environment system for precision planting. Trans. ASAE, 13(5):550 - 553, 1070.

15 - HUANG, B, K,. and W.E.SPLINTER. Development of an automatic transplanter. Trans. ASAE, 11(2):191 - 194, 197, 1968.

16 - INMAN, J. W. Precision planting - a reality for vegetanles. Agr. Eng., 49:344 - 345, June, 1968.

17 - JOHNSON, P. E., C.G. HAUGH, G.F. WARREN, G. E. WILCOX, and B A. KRATKY. To plant vegetables with seed wafers. Agr. Eng., 51:566, Oct., 1970.
18 - KNOOP, J. G. Seeds on a spindle The farm Auarterly, 23(5).64 - 68, 110111. Fall, 1968,
19 - MEDERSKI,H,G,D,M, VanDOREN, and D.J. HOFF, Narrow - row, corn: yield potential and current developments. Trans. ASAE, 8(3):322 - 323, 1965.
20 - MORTON, C.T., and W.F. BYCHELE. Emergence energy of plant seedings. Agr. Eng., 14:428 - 431, 453 - 455, July, 1960.
21 - PORTERFIELD, J. G., E.W. SCHROEDER, and D.G. BATCHELDER. Plateau profile planter, ASAE Paper 59 - 105, June, 1959.
22 - ROBINSON, F. E.,K.S. MAYBERRY, and H. JOHNSON, Jr. Emergence and yield of lecttuce from coated sedd. Trans. ASAE, 18(4):650 - 653, 1975.
23 - RYDER, G.J.High planting speed cuts corn yields. Plant Food Review, 4(4):12 - 16, Winter, 1958.
24 - STOUT, B. A., W.F. BUCHELE, and F.W.SNYDER. Effect of soil compantion on seeding emergence under emergence under simulated field conditions. Agr. Eng. 42:68 - 71, Feb., 1961.
25 - TAYLOR, D. Growers find coated seed aids in precision planting. California Farmer, 220(8):19 - 20, Oct. 19 1963.
26 - WANJURA, D. F. and E.B.HUDSPETH, Jr. Metering and seed - pattern characteristics of a horizontal edge - drop plate planter. Trans. ASAE, 11(4):468 - 469, 473, 1068.
27 - WANJURA, D, F., and E.B. HUDSPETH, Jr. Performance of vacuum wheels metering individual cotton seed. Trans. ASAE, 12(6):775 - 777, 1969.
28 - WILKES, L. H., and P. HOBGOOD. A new approach to field crop production. Trans. ASAE, 12(4):529 - 532, 1069.

# مسائــــل

١٠ ـ ١ : ما هي المسافة بين البذور المطلوبة لزراعة ذرة على صفوف المسافة بينها ١٠٢ سنتيمتراً إذا كان العدد المطلوب في الحقل هو ٦٠٠٠ نبات للهكتار ومتوسط نسبة ظهور البادرات المتوقعة هي ٨٥٪.

ب ـ إذا استخدم قرص بذور بقطر ٢٠٠ مليمتر يحتوي على ١٦ خلية موزعة على محيطه. احسب السرعة الخطية للخلية بالمتر في الدقيقة عند الزراعة على سرعة ٨ كيلومتر/ الساعة.

١٠ ـ ٢ : قرص بذور أفقي يحتوي على ٧٢ خلية موزعة على قطر ١٦٥ مليمتر. فإذا كان نصف القطر الفعلي لعجلة الأرض (العجلة الضاغطة) هو ١٩٥ مليمتر. وكانت الحركة تنتقل من عجلة الأرض إلى قرص البذور عن طريق مجموعة من التروس والجنازير. ويحتوي الترس على عجلة الأرض على ١٦ سنة ليعطي الحركة إلى ترس التغذية على عمود التلقيم الذي يحتوي على ١٨ سنة. ثم تنتقل الحركة إلى قرص البذور عن طريق ترسين عموديين. ترس عمود التلقيم يحتوي على ١٢ سنة بينما ترس قرص البذور يحتوي على ٢٧ سنة، والموجود على محور القرص.

أ - احسب المسافة بين البذور في الصف عند نسبة ملء ١٠٠ ٪.

ب - إذا كانت سرعة قرص البذور التي تعطي ١٠٠ ٪ نسبة ملء هي ١٥ متر/دقيقة. ما هي السرعة الأمامية لآلة الزراعة (كيلومتر/الساعة) لتعطي نسبة ملء ١٠٠ ٪؟

١٠ - ٣: آلة زراعة بها وحدة تلقيم رأسية دوارة مشابهة لما هو عليه في شكل ١٠ - ٥، ولكن لا يوجد بها قاذف للبذور. فإذا عملت الوحدة بدون أنبوبة البذور، حيث تترك البذور عند أوطى نقطة للقرص الدوار لتسقط حرة في الأخدود الذي على بعد ٩٠ مليمتراً أسفلها. فإذا كانت السرعة المحيطية للقرص الدوار هي ٢١ متر/دقيقة وأن سرعة الآلة هي ٥ كيلومتر/الساعة. احسب البعد الأفقي للبذرة (وضح ما إذا كان للأمام أو للخلف). بين نقطة تركها للقرص ونقطة اصطدامها بالأخدود.

أ - إذا دار القرص الدوار في نفس اتجاه عجلة الأرض.

ب - إذا عكس اتجاه الدوران.

جـ - ما هي الزاوية مع المستوى الرأسي التي تعملها البذرة عند اصطدامها بقاع الأخدود في كل حالة؟ (أهمل مقاومة الهواء).

١٠ - ٤: في اختبار لملء الخلايا ببذور بنجر السكر وبآلة زراعة ذات قرص أفقي به ٧٢ خلية موزعة على دائرة قطرها ١٦٧ مليمتر، جمع ٢٨,٧٥ جرام من بذور غير تالفة، ٠,٩٥ جرام من بذور تالفة خلال ٥٠ لفة من عجلة الأرض في ٢٨ ثانية. فإذا أخذت عينة وزنها ٦,٤ جرام واحتوت على ٥٥٦ بذرة، وقرص البذور يدور ٠,٧٦ دورة لكل لفة من عجلة الأرض. احسب: -

أ - متوسط نسبة ملء الخلايا (متضمناً البذور التالفة).

ب ـ السرعة الخطية للخلية بالمتر/دقيقة.

جـ ـ نسبة البذور التالفة.

١٠ ـ ٥: أنبوبة بذور في آلة زراعة ذرة ذات أقراص، تميل على المستوى الرأسي وللخلف بزاوية قدرها ٢٠° ويرتفع قرص البذور عن قاع الأخدود مسافة رأسية قدرها ٥٦٠ مليمتر.

أ ـ ما هي المركبة الأفقية الخلفية لسرعة البذرة بالنسبة لآلة الزراعة عندما تصل البذرة إلى الأخدود؟ (أهمل تأثير الاحتكاك وارتداد البذرة في الأنبوبة)؟

ب ـ ماذا تكون السرعة الأفقية للبذرة بالنسبة للأرض بالكيلومتر في الساعة إذا كانت سرعة الآلة ٧,٢٥ كيلومتر في الساعة؟

# الباب الحادي عشر

## استخدام العزيق الميكانيكي، واللهب، والخف لمحاصيل الصفـوف

# الباب الحادي عشر

# استخدام العزيق الميكانيكي، واللهب، والخف لمحاصيل الصفوف

## ١١ ـ ١ طرق التحكم في الحشائش :

حيث إن الجزء الأكبر من هذا الباب قد خصص لآليات وممارسة عمليات الغرض الأول منها هو التحكم في الحشائش ، فيكون إذا من المناسب مناقشة المشكلة العامة وطرق إبادة هـذه الحشائش . فمشكلة التحكم في الحشـائش كانت دائماً وأبـداً وما زالت من العمليـات المهلكة للوقت والعمـالة في إنتـاج المحاصيل .

فبالإضافة إلى أن الحشائش تتـطلب مقاييس كثيـرة للتحكم فيها ، فهي تنافس النبات في المواد الغذائيـة والماء ، وغـالباً مـا تكون عـائلاً للحشـرات والآفات الأخرى والتي تتنافس أيضاً مع نباتات المحصول ، مما يسبب مشاكل للآليات وخاصة عند حصاد وإعداد بعض المحاصيل .

ويعتبر العزيق الميكانيكي من أهم الطرق في التحكم في الحشـائش ، وعموماً فهو الأكثر اقتصـاداً عند استعمـاله . فقـد تقلع الحشائش أو تغـطى أو تقطع . ففي المراحل الأولى لنمو بعض المحاصيل يمكن استخدام العزاقات الـدورانية أو ذات الأسنـان الصلبة ومبـاشـرة على صفـوف النبـاتـات لاقتـلاع الحشائش . وتعتمد استخدام هذه الآليات في اقتلاع الحشائش دون النباتـات

على ضعف مقاومة جذور الحشائش . وعموماً ما ينشأ بعض التلف أو الاقتلاع لبعض النباتات أيضاً . ولكن سرعة أداء عملية العزيق بواسطة هذه الآلات وقلة القدرة اللازمة لتشغيلها يجعل استعمالها اقتصادياً . وتستخدم العزاقات الدورانية غالباً في أطوار النمو المبكرة طالما أن الحشائش صغيرة .

كما أن هناك طرقاً فعالة في مقاومة الحشائش بين النباتات في الصف الواحد وذلك بتعريضها للهب ، وذلك في محاصيل معينة مثل القطن والذرة والذرة الرفيعة وفول الصويا والتي لا تتأثر سيقانها بالتعرض البسيط لشدة الحرارة . ومع ذلك فلا يمكن استخدام هذه الطريقة في مراحل النمو الأولي للمحصول .

وتستعمل مبيدات الحشائش الكيماوية بكثرة في مقاومة الحشائش في مراحل مختلفة لنمو النبات المنزرع . ويوجد عدد من أنواع الكيماويات لمقاومة الحشائش . وعند استخدامها بالمعدلات المضبوطة فإنها سوف تبيد الحشائش ولا تضر أو تتلف نباتات المحصول . ومدى الأمان بين إبادة الحشائش وإصابة النبات هو في الحقيقة بسيط بالنسبة لبعض مبيدات الحشائش أو بعض المحاصيل . وتتوفر مبيدات الحشائش الجهازية الاختيارية مثل مبيد 2 - 4 D والذي يقتل الحشائش ذات الأوراق العريضة ولا يقتل أو يضر النجيليات عند رشه على المجموع الخضري . وبعض الأنواع الأخرى مثل مبيد الدالابون Dalapon والذي يقتل النجيليات دون الإضرار بأنواع معينة من الحشائش ذات الأوراق العريضة . وكثيراً ما تستخدم مبيدات الحشائش السائلة أو التي على صورة حبيبات قبل الزراعة أو قبل ظهور البادرات وذلك بوضعها على التربة وتوزيعها في شرائح بعرض من ١٨ إلى ٢٥ سنتيمتراً [ ٧ إلى ١٠ بوصة] على الصفوف حيث إن لها تأثيراً فعالاً في مقاومة الحشائش في المراحل الأولى لنمو المحصول .

وعادة ما تستخدم مبيدات قبل الزراعة بخلطها بالتربة ، بينما المبيدات التي تستخدم قبل ظهور البادرات فهي تربط بعملية الزراعة حيث توزع على سطح التربة (خلف العجلة الضاغطة) . وإذا ما كانت هناك حاجة للمبيدات فيما بعد ظهور البادرات فيتم توزيعها على سطح التربة وعلى مقربة من الخط أما في مراحل النمو الأولى للنبات أو في المراحل الأخيرة لنمو المحصول . ويعتبر توفر الرطوبة في التربة المعاملة بمبيدات الحشائش أمراً هاماً حيث تعمل على نبت الحشائش وعمل المبيدات عليها .

ويمكن استخدام مبيدات الحشائش الملامسة العامة فيما بعد ظهور البادرات (والتي تقتل معظم النموات الخضرية) وذلك لمحاصيل الضغوط والتي تستطيع نباتاتها أن تقاوم هذا النوع من المبيدات . ويجب أن تركب البشابير وتضبط أوضاعها بعناية حيث يتجنب أن تصل المبيدات المرشوشة إلى المجموع الخضري للمحاصيل أو الأجزاء الرقيقة من السيقان .

وفي بعض الأحيان قد يستطيع المحصول نفسه مقاومة الحشائش بحجب الضوء عنها ، ولكن يجب توفر طرق أخرى للتحكم في الحشائش حتى يتمكن النبات نفسه من حجب الضوء عن الحشائش . كما يمكن استخدام العزيق اليدوي الذي يتصف بالفاعلية في التحكم في الحشائش ، ولكن هذه العملية تعتبر مضيعة للوقت ، وبالإضافة إلى أنها عملية مملة ومكلفة . ولكن إذا ما فشلت الطرق الأخرى في مقاومة الحشائش وأصبح التحكم في الحشائش مستعصياً ، فالطريقة اليدوية هي الوحيدة التي يمكن استخدامها .

واختيار الطريقة أو الطرق التي تستعمل للتحكم في الحشائش يتأثر بنوع وعمر المحصول ، نوع وحجم الحشائش ، المعدات المتاحة . . . وعوامل أخرى . . فالتحكم الجيد في الحشائش عادة يتضمن الإسراع في اختيار أكثر من طريقة من الطرق المعروفة مع التطبيق الجيد لها .

فـالحشـائش التي بين الصفـوف يمكن التحكم فيهـا بـاسـتخـدام العـزيق الميكانيكي ، بينما الحشائش التي في الصف فقد يستعمل معها أياً من الطرق السابق شرحها . وعموماً تظهر فاعلية التحكم في الحشائش عندما تكون بطول من ٢٥ إلى ٥٠ مليتمراً [ ١ إلى ٢ بوصة ] .

## عزاقات محاصيل الصفوف

إن من أهم الأسباب لعزيق محاصيل الصفوف ـ بشكل عام ـ هو تشجيع نمو النبات باستئصال الحشائش . هذا بالإضافة إلى أنه في الأراضي التي تروى سطحياً ، فعملية العزيق تعد ما بين الصفوف لاستقبال مياه الري وتحسين تخلل المياه في التربة .

وفي بعض المحاصيل تعتبر عمليات العزيق النهائية مهمة حيث أن عملية العزيق تعد الحقل في هذه المرحلة لعمليات الحصاد . وتعتبر عملية خلط الأسمدة الكيماوية أو مبيدات الآفات في التربة هي من الأغراض الأخرى لعملية العزيق .

وبزيادة حجم الجرار ازداد معها إمكانية تشغيل عزاقات بين الصفوف بعرض أكبر . ونظراً لانخفاض متطلبات القدرة نسبياً للوحدة الطولية من عرض الآلة فإن أقصى عرض بعزاقة بين الصفوف يكون محدداً أساساً بعوامل مثل سهولة المناورة ، تأثير اختلافات قوى الشد الغير متزنة من الأسلحة البعيدة عن المحور المركزي للجرار (مثلاً في اتزان الدوران للجرار بوحدة العزيق العريضة) ، كتلة الآلة واعتبارات تركيبية أخرى . ويمكن تعليق العزاقات إما أمامياً أو خلفياً على الجرار لتغطية عرض قد يصل إلى ٩ أمتار[٣٠ قدماً] . والعدد الأقصى من الصفوف يتراوح بين ثمانية صفوف على مسافات ١٠٢

سنتيمتراً [ ٤٠ بوصة ] إلى ستة عشرة صفاً على مسافات ٥١ سنتيمتراً [ ٢٠ بوصة ] .

وصممت بعض العزاقات لتغطية صفين فقط على مسافات ١٠٢ سنتيمتراً ولكن معظم العزاقات يتم تصنيعها لتغطية أربعة صفوف على الأقل .

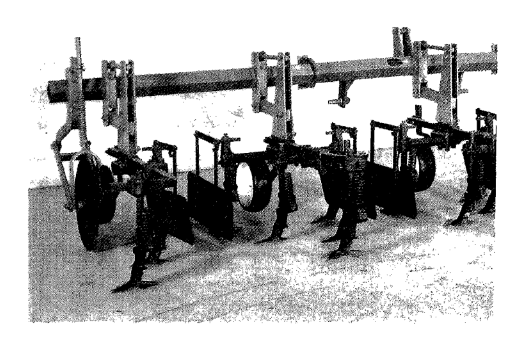
**١١ ـ ٢ الجرارات المستعملة مع عزاقات محاصيل الصفوف :**

لقد طورت الجرارات ذات الثلاثة عجلات المتعددة الأغراض والتي يمكن التحكم في المسافات بين العجلتين الخلفيتين أساساً للعزاقات المعلقة والآلات الأخرى لمحاصيل الصفوف . وكثيراً ما تستعمل الجرارات ذات الأربعة عجلات والتي يمكن التحكم في المسافات بين عجلتي كل محور فيها وخاصة مع العزاقات الكبيرة . والجرارات ذات الأربعة عجلات في الدورانات أو على الجوانب المائلة ولا تستطيع أن تعمل على صف أو مصطبة مفردة . وتوجد جرارات لها خلوص كبير حيث المسافة الرأسية تحت محاور العجل لا تقل عن ٧٦٠ مليمتراً [ ٣٠ بوصة ] لتناسب النباتات العالية .

**١١ ـ ٣ أنواع العزاقات المعلقة :**

إن الأنواع الأكثر شيوعاً ، والتي يمكن أن توصف بمجاميع العزاقات المنفصلة تحتوي على مجموعة أو اثنين لكل صف وهي تتدلى لأسفل بين صفوف النباتات كما هو موضح في شكل ١١ ـ ١، ١١ ـ ٢ . ويعطى هذا الترتيب الخلوص العالي المطلوب للنباتات .

ويعرف عرض مجموعة العزاقة المنفصلة بعدد الصفوف التي تغطيها العزاقة والمحدد بعدد المجموعات المعطاة . وتضبط المسافات بين المجاميع على حسب المسافات بين صفوف الزراعة .

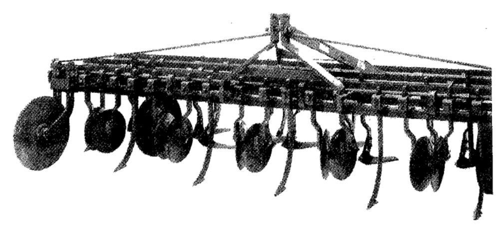


شكل ١١ ـ ١ مجموعة عزاقة منفصلة ـ وتعليق خلفي على الجرار . لاحظ نقط الشبك مع الجرار ، والسكاكين القرصية المزودة بزمبركات على اليسار واليمين وأيضاً ركائز المجاميع المتوازية وعجلات ضبط العمق على كل مجموعة منفصلة **( Courtesy of International Harvester Co ).**



شكل ١١ ـ ٢ مجموعة عزاقة منفصلة ـ تعليق أمامي على الجرار ـ مزودة بعجلة ضبط العمق على كل مجموعة منفصلة . **(Courtesy of deere and Co.)** .

والعـزاقات المصممـة خصيصـاً لمحصـول بنجر السكـر والخضـروات المزروعة في صفوف ضيقة تحتوي على إطار مستعرض وأعلى من النباتات كما هو موضح في شكل ١١ ـ ٣ . وتركيب المجموعات المنفصلة للعزاقات على الإطار المستعرض حيث يناسب هذا الوضع مـدى واسع من المسـافات بين الصفوف ، ويحدد العدد الأقصى لصفوف النباتات الذي تغطيه العزاقـة بطول الإطار المستعرض والمسافات بين الصفوف . وتتصف هذه العزاقات بـالثبات بين أجزائها حيث إن هذا متطلباً أساسياً للعزيق بالقرب من النبـاتات . وعـدد الخلوص الرأسي في العزاقة بالطول القياسي لوحدات العزيق .



شكل ١١ ـ ٣ عزاقة تعلق خلفياً على الجرار ومزودة بعجلتين لضبط العمق وسكينة دليلية على كل جانب (Courtesy of Deere and Co.) .

## ١١ ـ ٤ تركيب مجاميع العزاقات وضبط العمق :

تـركب المجاميـع المنفصلة والمعلقة أمـامياً أو المجـاميـع ذات الإطـار المستعرض على إطار العزاقة خلال وصلات متـوازية . وبـالتالي فـإن رفع أو خفض المجموعة كلها لا يؤثر على عمق العزيق للمجاميع المختلفة . ويجب أن يكون الإطار كله متميزاً بالمتانة حتى لا يسمح بالحركة الجانبية وخاصة في حالة المجاميع المنفصلة .

وتوصل العزاقات المركبة على إطار والمعلقة خلفياً مباشرة إلى نقط الشبك الثلاثة على الجرار . وإذا كانت المسافة الرأسية بين نقط الشبك العلوية والسفلية عادية فيسبب التقارب الرأسي للوصلات تغيراً في أعماق العزيق في الاتجاه الطوالي (اتجاه سير الجرار) عند رفع أو خفض العزاقة . ويؤدي تقليل الأرتفاع الرأسي بين نقط الشبك إلى موازاة الوصلات العلوية والسفلية لجهاز الشبك أثناء التشغيل مما يقلل من هذا التأثير .

ويمكن الحصول ـ أحياناً ـ على تحكم مرضي في عمق التشغيل في العزاقات الصغيرة وفي الحقول السهلة وذلك بضبط ارتفاع الإطار أو المجموعة بالنسبة للجرار . ولكن في الوحدات العريضة ، فيكثر استخدام عجلات ضبط العمق على كل مجموعة (شكل ١١ ـ ١، ١١ ـ ٢ و١١ ـ ٣) . فعجلات ضبط العمق تسمح بتتبع سطح التربة الغير منتظم كما أنها تعادل بعض الميول الجانبية للجرار أو إطار العزاقة مع تغيير بسيط في عمق العزيق .

ويركب ـ أحياناً ـ على وصلات المجموعة أو وصلات الرفع يايات تعمل على توليد قوى رأسية سفلية على المجموعة للحصول على اختراق أفضل للتربة وإلا كانت القوى السفلية الوحيدة هي وزن المجموعة (الجاذبية) والمركبات الرأسية السفلية لقوى التربة على الآلة .

وكما نوقش في قسم ٨ ـ ١٨ ، فإن أقصى عمق يمكن أن يتحصل عليه عند الشبك مع أذرع الشبك المتوازية وعند استخدام عجلة ضبط العمق هو الذي يجعل محصلة W, Rv موازية لأذرع الشبك . وتنعدم القوة Qv على عجلة ضبط العمق لتصبح صفراً . وإذا ما استخدمت يايات لتوليد قوى رأسية سفلية على المجموعة فإن تأثيرها يجب أن يضاف إلى قوى الجاذبية . ولزيادة أو تحسين الاختراق للمجموعات المعلقة على جرارات تكون فيها أذرع الشبك متوازية ، ترفع مؤخرة الوصلات بالنسبة لمجموعة العزيق أو تخفض مقدمتها وبالتالي تقل مركبة قوة الشد الرأسية العلوية على المجموعة .

## ١١ ـ ٥ خصائص العزاقات المعلقة خلفياً أو أمامياً على الجرار :

قد يعتبر التعليق الخلفي للعزاقات غير مرضي وذلك لعدم الاستجابة السريعة للدوران مع الجرار مما يضر بالنباتات . والتعديلات التي تتم تحت جهاز الشبك قد قللت من وجود هذه المشكلة وذلك لأن التقارب بين أذرع الشبك السفلية يعطي تحركاً بسيطاً عند توجيه الآلة (قسم ٨ ـ ١٧) . وتعطي سكاكين الدليل نوعاً من الاتزان المستعرض للعزاقة حيث يساعدها ذلك في توجيهها . كما يركب دليل توجيه على المحور الأمامي للجرار وفي مجال رؤية السائق ومباشرة فوق أحد الصفوف .

وتستجيب المجاميع الأمامية مباشرة للتوجيه . ولكن ما زالت تتطلب تحكماً أكثر عند العمل على مقربة من النباتات مقارناً مع المجاميع الخلفية ، ولكن هنا تتوفر الرؤية الجيدة لسائق الجرار . وعند استخدام المجاميع المنفصلة والمعلقة أمامياً تستخدم امدادات خاصة للوصول إلى ما تحت الجرار .

وتعتبر العزاقات المعلقة أمامياً أكثر صعوبة عند تركيبها أو إزالتها عن الوحدات المعلقة خلفياً وذلك لوجود مجموعة أو أكثر خلف العجلات الأمامية . ولتسهيل التركيب والفك يدار الإطار حول مفصلة إلى الخارج ثم أمامياً . (دوران ٩٠°) لفكها وذلك بعد حل النهايات الداخلية من جانبي إطار الجرار . وهذا يتيح للجرار التحرك للخلف بدون تداخل مع هذه المجاميع . وفي معظم المجاميع المعلقة أمامياً والمتوفرة حالياً يتطلب الأمر حل أو إبعاد بعض المسامير وقد تحتاج إلى قدر بسيط من المعالجة اليدوية .

وإذا كان الإطار أو المجاميع الأمامية أو الخلفية للعزاقة عريضاً نسبياً فإن أية إمالة بسيطة للجرار تسبب تحركاً رأسياً غير مقبول وخاصة عند النهايات وذلك حتى مع المجاميع المنفصلة والمستقلة . وللتغلب على هذه المشكلة

تـركب عجلات للضبط بـالقرب من كـل نهايـة للعزاقـات الأكبـر من ٦ أمتـار [٢٠ قدم] وعلى الإطار الرئيسي لها هذا بالإضافة إلى العجلات الذاتيـة على كـل مجموعـة منفصلة . والعزاقـات المعلقـة أمـامياً والأكثـر من ٦ أمتـار في عرضها ، فعادة ما يتم شبك كل نصف بطريقة نصف معلقة مع مفصلة محورية طولية على إطار الجرار وعجلات حاملة عند النهاية الخارجية .

ويوجد لمعظم العزاقـات العريضـة والمعلقة خلفيـاً والأكثر من ٦ أمتـار عجلات حاملة وأعضاء للتعليق وذلك للسماح بانتقالها على الطرق الإسفلتية . والعزاقات الأمامية النصف معلقة يمكن دوران نصفها إلى أمـام الجرار وذلـك لسهولة انتقالها مع الجرار . وتستخدم العجلات الحاملة لحمل نهـاية الإطـار الخارجي الأمامي .

## ١١ ـ ٦ نظم الرفع :

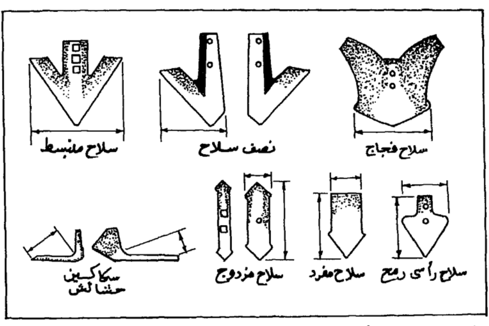
يـركب لكل نصف من العـزاقات المعلقـة أمـامياً محـور فـوق الإطـار المستعرض مزوداً بذراع ووصلة لرفع كل مجموعة منفصلة (واثنين لآلة العزيق ذات الإطار الواحد ) . وقد تستعمل أسطوانة هيدروليكية خارجية واحدة لـرفع كلا النصفين أو تستخدم أسطوانتان لتوفير فرصة اختيار رفع أحـد النصفين قبل الأخر . وعند رفع العزاقة المعلقة خلفياً من خلال نقط الشبك الثلاث ، فيتم رفـع الإطار الـرئيسي أولاً ثم بالتـالي ترفـع كل مجمـوعة من خـلال وصلات المجاميع .

وعند استعمال مجاميع أمامية وخلفية معاً فيكون من المرغوب فيه تأخير رفع أو خفض المجموعة الخلفية ، وبذلك تبدأ العمليات أو تتوقف عند نفس المكان تقريباً بالنسبة لنهاية الصف . ويمكن تركيب أسـطوانتين هيدروليكيتين لتعملا من خلال صمام تحكم واحد يسمح بالتأخير الأوتـوماتيكي للمجمـوعة

الخلفية عن طريق صمامي ضغط هيدروليكي تتتابع حركتهما ، أحدهما للرفع والآخر للخفض (قسم ٤ ـ ٧) . وعادة ما يستعمل نظام مستقل للتحكم في أسطوانة كل مجموعة أمامية أو خلفية على حدة ، وبذلك توفر خيارات رفع أو خفض أيهما مع تحديد لتوقيت ذلك بواسطة سائق الجرار .

**١١ ـ ٧ أسلحة العزيق والتركيبات الخاصة بها :**

تستعمل أنواع عديدة من الأسلحة لعزيق محاصيل الصفوف ، ويتوقف الاختيار بينها على عدة عوامل مثل نوع وعمر النبات أو ارتفاعه ، نوع التربة وظروف الحقل ، والغرض الذي من أجله تؤدى عملية العزيق . ويوضح شكل ١١ ـ ٤ بعض الأنواع الشائعة من هذه الأسلحة .



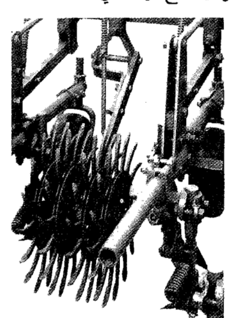

شكل ١١ ـ ٤ بعض الأنواع الشائعة من الأسلحة . وتوضح خطوط الأبعاد على الأسلحة طريقة تعريف أبعاد كل سلاح .

وتوجد هذه الأسلحة بأحجام وأشكال مختلفة . ومن الأنواع الأخرى أسلحة قرصية للحشائش (شكل ١١ ـ ٣) ، وأسلحة لتحريك الأتربة من وإلى

الصف ، ووحدات العزاقة الدورانية ، ومعدات عزيق دورانية خاصة لمحاصيل الصفوف .

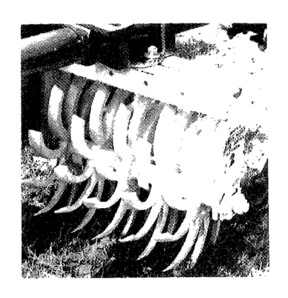
وتستعمل دروع واقية لحماية النباتات الصغيرة عند إجراء العزيق على مقربة منها وذلك لمنع ردم التربة على هذه النباتات . ويوضح شكل ١١ ـ ١ النوع الثابت من هذه الزروع الثابتة ، بينما توضح في شكل ١١ ـ ٨ الدروع الدوارة . وتستعمل أحياناً حواجز خاصة أو دروع لمنع الإضرار بالنباتات الكبيرة والتي قد تنتج من عجل الجرار أو إطار العزاقة .

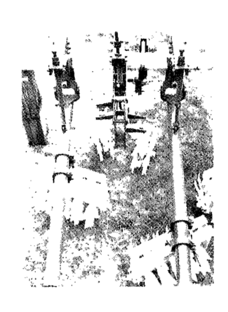
وتستعمل الأسلحة المنبسطة لعزيق الحشائش حيث تعمل على أعماق صغيرة . وقد صممت أسلحة منبسطة لتعمل على سرعات عالية (غالباً ٨ كيلومتر/ الساعة [٥ ميل/الساعة] أو أكثر في محاصيل مثل الذرة والقطن . . وبدون إثارة كميات كبيرة من الأتربة . وعندما يمارس الحرث تحت التربة فإن بقايا النباتات السطحية تعمل على منع اختراق الأسلحة المنبسطة للعزاقة . وقد أعطت الفجاجات القرصية نتائج مرضية في هذه الحالة .



شكل ١١ ـ ٥ تركيبة عزاقة دورانية لعزيق محاصيل الصفوف.( Courtesyof Deere and Co )

وتمتاز العزاقات الدورانية (شكل ١١ ـ ٥) بالفاعلية عند سرعة من ٨ إلى ١٠ كيلومتر/ الساعة [٥ إلى ٦ ميل/ الساعة] لعزيق المراحل الأولى لما بعد ظهور البادرات في الذرة والقطن ومحاصيل أخرى . وتستطيع هذه العزاقة التحرك على صف النبات مباشرة حيث النباتات صغيرة ، ولكن مجموعتها الجذرية كافية بالقدر الذي يلزم لتثبيتها فتعمل العزاقة الدورانية على اقتلاع الحشائش الصغيرة وتكسير القشرة السطحية المتصلبة إذا كانت موجودة وبدون إحداث ضرر بالغ بالنبات . وهي تفيد أيضاً في حماية الأسلحة المنبسطة أو الأنواع الأخرى التي توضع بينها . كما إنها تسمح بالعمل مع الأسلحة المنبسطة على سرعات عالية وبدون تغطية النباتات . ويمكن استخدام العزاقات الدورانية بعرض كامل في الزراعة المنبسطة في مجموعات لعزيق الصف وما بين الصفوف .





شكل ١١ ـ ٦ وحدات عزاقة دورانية بأسلحة ملتوية تقوم بفعل تقطيع سطح التربة إلى شرائح والتي يمكن أن تتحرك عرضياً . وتستعمل المجاميع التي على اليمين أو اليسار في أزواج (Courtesy of lilliston Crop.) .

وتتميز العزاقات الدورانية من النوع الذي في شكل ١١ ـ ٦ بتعدد استعمالاتها حيث يمكن استخدامها للعزيق السطحي كما تعمل على سرعات أمامية عالية . وتقوم الأسلحة الملتوية بتقطيع سطح التربة إلى شرائح تتحرك عرضياً كما تقتلع جذور الحشائش الصغيرة . ويمكن ترتيب المجاميع لتحريك التربة إما إلى صف النباتات أو بعيداً عنه، كما يمكن توجيهها لحراثة السطح المنبسط أو المائل من المصطبة .

## ١١ ـ ٨ عمليات ضبط العزاقة :

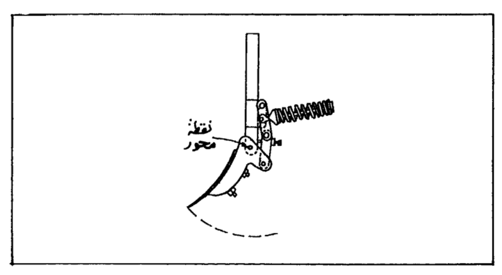
توجد ثلاث عمليات ضبط رئيسية لآلات العزيق وهي ضبط الأوضاع الأفقية (المستعرضة والتي في اتجاه العزيق) ، عمق العزيق ، ارتفاع الآلة فوق النباتات . . . وبعض الآلات مثل الفجاجات القرصية وبعض الأسلحة التي تحرك التربة من وإلى صف النباتات تتطلب عمليات ضبط للتوجيه . ويمكن إجراء عمليات الضبط هذه باستخدام تركيبات قياسية يكون الجزء العلوي فيها دائري المقطع حيث يمكن دورانه بسهولة داخل الوصلة المرتبطة بالإطار ، وبذلك يمكن الضبط الرأسي على المجموعة . ويجب أن تكون الوصلات سهلة التحريك أو الفك من الإطار . والقضبات المستخدمة على المجاميع المنفصلة عادة ما يركب عليها وصلات لتغير ارتفاع كل سلاح على حدة . كما أن لبعض أسلحة الحشائش (شكل ١١ ـ ٤) تجويفات تساعد على إتمام ضبط الارتفاع المطلوب .

وعموماً تعد العزاقات بنفس عدد الصفوف التي زرعت بآلة الزراعة حيث إن المسافات بين صفوف النباتات للشرائح المنزرعة بآلة الزراعة سوف يكون بينها نفس الاختلافات في العرض تقريباً . وفي عمليات العزيق القريب من النبات يجب ضبط العزاقة بدقة على نفس المسافات بين الصفوف والموجودة

أيضاً على آلة الزراعة . كما توضع الأسلحة التي تعمل على مقربة من صفوف النباتات في مقدمة المجموعة .

### ١١ ـ ٩ وسائل الحماية لقصبات العزاقة :

نادراً ما تركب أي وسائل حماية على العزاقات ذات الإطار الواحد والمستخدمة لعزيق البنجر والخضروات . ولكن يكثر استخدام سقاطات زمبركية للقصبات على مجاميع العزاقات المنفصلة ، والغرض من هذه الزنبركات هو حماية للأحمال التي تتعرض لها الأسلحة مثل تعرضها لجذور قوية أو أحجار أو أي جسم صلب .

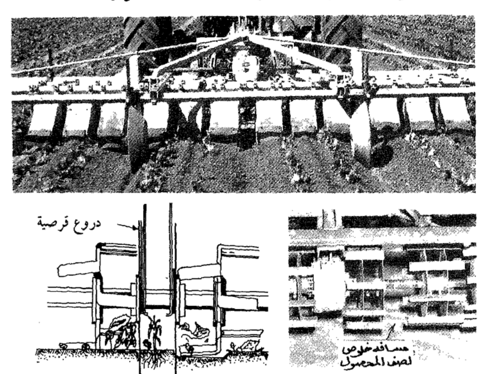



شكل ١١ ـ ٧ زمبركات لحماية قصبات العزاقة .

ويوضح شكل ١١ ـ ٧ تركيبة نمطية للزمبركات على القصبات . ونظرياً فإن القوة على الأسلحة والتي تتطلب عمل السقاطة الزمبركية تكون كبيرة في البداية وتقل بعد ذلك بتحرك السلاح إلى الخلف عند مقابلته لأي عارض . ويوجد عيب لهذا النوع من وسائل الحماية وهو وجود نقطة محور دوران السلاح خلف السلاح مما يعمل على زيادة اختراق السلاح عند عمل هذه السقاطة ويزيد من الإجهادات على القصبات .

## ١١ ـ ١٠ العزاقات الدورانية :

تستعمل العزاقات الدورانية للتحكم في الحشائش والعزيق السطحي لبعض المحاصيل ، وخاصة المحاصيل المنزرعة على مسافات ضيقة مثل بنجر السكر وبعض محاصيل الخضر . ويبين المنظر العلوي لشكل ١١ ـ ٨ العزاقة الدورانية أثناء العمل في زراعة على مصاطب ، كما يبين أيضاً العجلات المخروطية الدليلية والتي تسير على جوانب المصاطب والتي تحافظ على سير العزاقة بين صفوف النباتات . كما قد يمكن استخدام زوج آخر من العجلات المخروطية على مقدمة العزاقة وذلك لزيادة إيجابية عملية العزيق .




شكل ١١ ـ ٨ أعلى : العزاقة الدورانية ومزودة بأسلحة على شكل حرف L . والعجلات الدليلية المخروطية تعمل على سير العزاقة في منتصف صفوف النباتات .
أسفل يسار : رسم تخطيطي يبين عمل الأسلحة التي على شكل الدروع القرصية.
( Courtesy of International Harvester Co ).
أسفل يمين: عزاقة أسطوانية دوارة ذات أسلحة موازية للمحور (Courtesy of Cultro, Inc.)

والمنـظر السفلي لشكـل ١١ ـ ٨ يبين نـوعين من وحـدات العـزيق الدورانية . والأسلحة التي على شكل L هي الأكثر شيوعاً . وتستخدم أسلحة منحنية إذا ما تم حراثة جوانب المصاطب . وفي النموذج الموضح في الجزء الأيسر من الشكل يبين الأقراص الرأسية والمركبة على محور العزاقة وهي تدور على التربة بتحرك العزاقة ، وتستعمل كدروع لحماية النباتـات . وفي أي من نوعي العزاقات الدورانية يمكن تغيير عرض الوحدة أو العرض الكلي لما يناسب المسافات بين صفـوف النباتـات . والخلوص الرأسي للنبـاتات يكـون محدداً بنصف قطر عجلات الآلة .

وتعتبر العزاقات الدورانية فعالة جداً في مقاومة الحشـائش . ويمكن أن تعمل الأسلحة الدورانية على مقربة أكثر من النباتات بوضع دروع لحمايتهـا . ومن المعتاد ترك شرائح غير محروثـة أثناء العـزيق في حدود ٦ إلى ٨ سنتيمتـرات [٢ $\frac{١}{٢}$ إلى ٣ بوصة] في محصول بنجر السكر ومحاصيل الخضر. ويجب تـرك هذه المسافة سواء في العزاقات الدورانية أو أية عزاقـة أخرى عنـد السرعـات الأمـامية المنخفضـة للسماح بعمـل دورانات دقيقـة كما إنهـا تقلل من إجهـاد السائق .

# مقاومة الحشائش باللهب

## ١١ ـ ١١ التطبيقات العامة للهب :

تمارس مقاومة النباتات الغير مرغوب فيها باللهب لسنين طويلة وفي أماكن مثل ممرات العبور لقضبان السكة الحديد أو قنوات الصرف . ويرجع تاريخ ممارسة تطبيق اللهب لمقاومة الحشائش اختيارياً داخل صف المحصول إلى أوائل أعوام ١٩٤٠ حيث بينت الأبحاث جدوى استخدامها في القطن . ومنذ ذلك الوقت تمت محاولات المقاومة باللهب على مختلف محاصيل الصفوف وبدرجات متفاوتة من النجاح والجدوى الاقتصادية [٢] .

ومنذ حوالى ١٩٦٠ كرس العديد من المجهود البحثي لتطبيقات أخرى للهب . فقد طبق التأثير الحراري باللهب على عملية تساقط الأوراث في القطن وبنجاح (قسم ١٩ ـ ١٤) وبدون تأثير على المحصول [١٣] . وأحياناً يستعمل اللهب للتحكم في الحشائش حول أشجار القطن . وقد كان لتطبيق اللهب في حقول البرسيم الحجازي خلال فترة السكون الأخيرة الأثر الفعال والاقتصادي لمقاومة الخنافس [١٤] ، وأيضاً محاولات مثل تجفيف الذرة الرفيعة في الحقل إعداداً للحصاد المبكر [٢] . وهذه هي مجرد أمثلة للتطبيقات الزراعية للهب التي كانت وما زالت تحت البحث [١٤] .

**١١ ـ ١٢ أساسيات مقاومة الحشائش باللهب :**

إن عملية التفريق في التأثير باللهب تعتمد أساساً على أن الحشائش تكون أصغر وأرق بينما تكون سيقان النبات مقاومة لشدة الحرارة ، كما أنها أطول بالقدر الذي يجعل اتجاه اللهب الموجه إلى الأرض في الصف لا يمكن أن يلمس الأوراق أو أي أجزاء رقيقة في النبات . وكما انه قد يحدث أن تعكس بعض تكتلات التربة اللهب إلى صف النبات ، ولذلك يجب أن تكون مصاطب النباتات مسطحة أو مستوية كلما أمكن ذلك . فمن المهم أن يتم التحكم بدقة في مسار اللهب بالنسبة لسطح الأرض في الصف .

ولكي تتم مقاومة الحشائش باللهب بطريقة فعالة ، فيجب إجراؤها عندما لا يكون طول الحشائش أكبر من ٢٥ إلى ٥٠ مليمتراً [١ إلى ٢ بوصة]. فنظرية المقاومة الاختيارية باللهب تعتمد في أن تضبط شدة اللهب (معدل الوقود) وزمن التعرض لهذا اللهب بالقدر الكافي لتأثير الحرارة على الحشائش لتسبب تمدداً في سائل خلايا نباتاتها ، وبالتالي تتكسر جدران هذه الخلايا . . . ولكن لا يؤدي اللهب إلى الحريق الكامل للحشائش . ولذلك لا يظهر تأثير اللهب إلا بعد عدد من الساعات من عملية المقاومة باللهب .

وقد أشارت الاختبارات التي أجريت في القطن أن لطول زمن التعرض للهب ، والمحدد بالسرعة الأمامية ، التأثير الأكبر على ضرر النبات (أو مكافحة الحشائش) عن معدل الوقود [٣]،[١٥] . وعادة ما تكون السرعة الأمامية من ٤,٨ إلى ٦,٤ كيلومتر/ الساعة [ ٣ إلى ٤ ميل / الساعة ] .

**١١ ـ ١٣ تطبيقات لمحاصيل الصفوف :**

لقد أجري العديد من الأبحاث ، بل وأكثر تطبيقات اللهب الاختياري كانت على نبات القطن . فالتحكم في الحشائش والأعشاب في الصف هي من

المشاكل الخطيرة في بعض المناطق ، وخاصة لما لها من علاقة مؤثرة على الحصاد الميكانيكي . فالمقاومة باللهب مناسبة في القطن بالرغم من حدوث بعض الأضرار للنبات وذلك قبل أن يصل النبات إلى ارتفاع ١٨٠ إلى ٢٠٠ مليمتر [ ٧ إلى ٨ بوصة ] (٣) ، (١١) .

وقد زاد الاهتمام بمقاومة الحشائش باللهب في القطن (ومحاصيل أخرى) خلال عام ١٩٥٠ ولكنه قل في معظم المناطق خلال نصف وأواخر أعوام ١٩٦٠ لازدياد استعمال وفاعلية مبيدات الحشائش لما قبل وبعد ظهور البادرات . والمنطقة الرئيسية التي ظلت تستعمل اللهب في القطن وحتى أوائل أعوام ١٩٧٠ م كانت الولايات المتحدة الأمريكية الوسطية الجنوبية حيث تواجدت أنواع من الحشائش لم يمكن مقاومتها بالكيماويات .

وتكون طريقة اللهب فعالة إذا ما اعتبرت كوحدة من نظام التحكم في الحشائش وذلك أنه حتى يكبر النبات ويستطيع أن يتحمل اللهب فإن مقاومة الحشائش والأعشاب في الصف يجب أن يتحكم فيها بطرق أخرى مثل استخدام مبيدات الحشائش لما قبل وبعد الإثبات .

وعادة ما يتم العزيق السطحي مع استخدام اللهب خلال مراحل نمو القطن في عملية واحدة . . . فيتم إزالة الحشائش بين الصفوف بالعزيق السطحي بينما يوجه اللهب للتأثير على الحشائش الصغيرة في الصفوف . وحيث إن تطبيق اللهب يكون فعالاً عندما تكون الحشائش صغيرة فلذلك تكرر العملية على فترات . وفي الفترات التي يمتد فيها سقوط الأمطار قد ينتج عنها نمو حشائش بكثرة وتكون أسمك وأقوى حيث لا يؤثر عليها استخدام اللهب . وقد يستخدم اللهب فقط لمقاومة الحشائش إذا كان ضرورياً خلال الفترة الأخيرة لنبات القطن بعد توقف عمليات العزيق الميكانيكية وحتى تفتح اللوز .

وعادة لا يكون لاستخدام اللهب تأثير على ناتج محصول

القطن[٣]،[١٥] . وتحتاج عملية تطبيق اللهب بين ٣٥ إلى ٥٥ لتراً من الوقود لكل هكتار . وقد يحتاج تكرارها من ثلاثة إلى خمسة مرات بالإضافة إلى الاستعمال المبكر لمبيدات الحشائش .

وتعتبر معدات مقاومة الحشائش باللهب أغلى ثمناً من معدات المقاومة الكيماوية ولكنها تتميز بعدم وجود مشاكل السموم المتبقية الأثر بالإضافة إلى المجال الواسع للتطبيق على مختلف الحشائش . ويتطلب استخدام اللهب تحركاً أكثر خلال الحقل مقارناً مع آلات المقاومة الكيماوية الأخرى . وبينما يثير العزيق الميكانيكي نشاط بذور حشائش جديدة إلا أن كلا من استخدام اللهب أو الكيماويات لا يؤدي إلى هذا .

ويمكن استخدام اللهب في محاصيل الذرة ، وفول الصويا والذرة الرفيعة وبدون تأثير كبير عليها . فقد أوضحت الأبحاث عدم تأثير اللهب على محصول الذرة إذا ما طبق بطريقة صحيحة وارتبط بطرق أخرى للتحكم في الحشائش وذلك في منطقة الوسط الغربية من الولايات المتحدة (١٠) . وعادة لا يجب استخدام اللهب على الذرة إلى أن يصل ارتفاع على الأقل إلى ٢٥٠ مليمتراً (١٠ بوصة) . ومع ذلك فإذا كانت الإصابة بالحشائش كبيرة وما زال الذرة لم يصل بعد إلى ارتفاع ٥٠ مليمتراً فيمكن تطبيق اللهب على كل النموات الخضرية في الصف حيث يستطيع الذرة استعادة واسترداد نشاطه وبدون تأثير ملموس على المحصول (١٠) . ولا يجب استعمال اللهب مع فول الصويا حتى يصل النبات إلى ارتفاع ٢٥٠ مليمتراً [ ١٠ بوصة ] على الأقل .

### ١١ ـ ١٤ مكونات آلة مقاومة الحشائش باللهب :

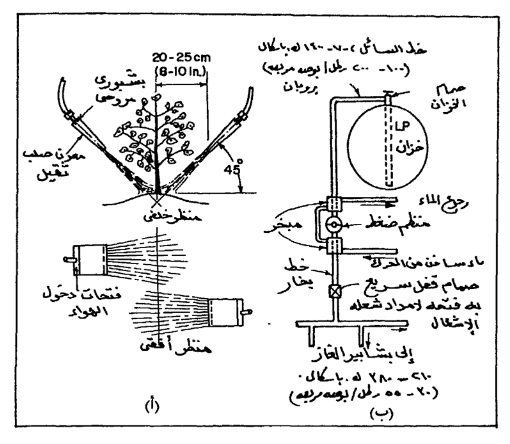
تعمل بشابير اللهب الحالية على غاز البترول المسال Lp - Liquified Petroleum وهو عبارة عن البرومات أو خليط من البيوتان والبروبان . وهي مواد وقودية توجد في الحالة الغازية عند درجة الحرارة والضغط الجوي العادي

ولكنها تسيل عند تعرضها لضغوط متوسطة . ولذلك فغاز البترول المسال يتم تخزينه وتداوله (كسائل) في خزانات مضغوطة . وعند درجات الحرارة العادية تولد هذه الخزانات الضغط المطلوب عند بشابير اللهب . والضغط البخاري المطلق لكل من البينوتان والبروبان هي على الترتيب ١٥٢ ، ٦٣٤ كيلو باسكال عند ١٠° مئوية [٩٢,٢٢ رطل/ بوصة المربعة عند ٥٠° فهرنهيت]، ٢٦٢ ، ٩٨٦ كيلو باسكال عند ٢٦,٧° مئوية [١٤٣،٣٨ رطل/ البوصة المربعة عند ٨٠° فهرنهيت] ٤٢١ ، ١٤٦٢ كيلو باسكال عند ٤٣,٣° مئوية [٦١ ، ٢١٢ رطل/ البوصة المربعة عند ١١٠° فهرنهيت ] .

ويستعمل نوعان من بشابير اللهب. ويعرف النوع الأول بالمبخرات الذاتية حيث يوجد بها أنبوبة تبخير على سطح غلاف البشبوري . بينما يستعمل في النوع الثاني مبخر منفصل ومتصل بنظام تبريد محرك الجرار . والمكونات الأساسية للنظام ذو المنجزات موضح في شكل ١١ ـ ٩ . والمعدلات النمطية لوقود البشابير هي من ٧,٥ إلى ١٥ لتر/ هكتار [٢ إلى ٤ جالون/أيكر] لكل بشبوري . ويوضح شكل ١١ ـ ١٩ أحد هذه البشابير الحارقة . والتصميم الصحيح لبشبوري اللهب يعطي لهباً عريضاً وبسمك رفيع يتميز بالاستمرارية وسهولة التحكم فيه .

وبالرغم من استعمال العزيق الميكانيكي لما بين الصفوف فقد تركب أيضاً على آلة اللهب وحدات لتسليط قدر من اللهب على الحشائش بين صفوف البايات على المصاطب . وعادة ما تتكون من بشبورين يوجه لهبهما إلى أسفل وللخلف وتحت غطاء معدني لتغطية عرض اللهب [١٢] . وفي آلة اللهب التي طورت في محطة التجارب الزراعية بأيوا في عام ١٩٦٦ استعمل اللهب لكل من الصفوف وما بين الصفوف مع حماية النباتات من حرارة اللهب بستارة هوائية [٧،٨] . وقد كان هذا التصميم أقل حساسية لعدم انتظام سطح الأرض

عن الآلات العادية الأخرى كما أنه يسمح بالاستعمال عندما تكون نباتات المحصول صغيرة .




شكل ١١ ـ ٩ :

أ ـ الأجزاء الأساسية والتناسبات التقريبية لبشابير اللهب المروحية والوضع الموصى به للبشابير بالنسبة لصف نبات القطن .

ب ـ المكونات الأساسية لآلة مقاومة الحشائش باللهب والتي تستعمل الغاز السائل ـ والمبخرات .

وعادة ما تركب بشابير الغاز على زحافات تعلق على عمود خلفي أو على إطار موازي للجرار وعلى عجل خاص . وفي حالة ضم عمليتي العزيق واللهب تركب البشابير على كل مجموعة مستقلة من العزاقات. ويعتبر ضبط ارتفاع

البشابير عن مستوى الأرض من العمليات المهمة وخاصة إذا كانت النباتات صغيرة .

### ١١ ـ ١٥ وضع بشابير الغاز وممارسة المقاومة باللهب

يتم ترتيب وضع بشابير الغاز في وضع متبادل لبعضهما على صف النباتات وعلى الجانبين منه. ويتأثر الوضع الأمثل لوضع البشبوري إلى حد ما بنوع وحجم المحصول وأيضاً نوع البشبوري. وقد تختلف توصيات الشركات المنتجة لها فيما بينها. ويوضح شكل ١١ ـ ٩ أ التوصيات النمطية لوضع البشابير في محصول القطن[١٢]. فقد توضع البشابير لتميل بزاوية قدرها ٤٥° أو حتى ٣٠°. وتحت الظروف العادية يجب أن يوجه اللهب ليصطدم بالأرض على بعد ٥٠ ملليمتر [٢ بوصة] من مركز الصف. وتوضع بشابير اللهب في وضع متبادل ومستعرض إلى طول الخط حتى لا يحدث تصادم للهب المنبعث من بشبورين ويتجه إلى أعلى متخللاً المجموع الخضري للنبات.

وقد تستعمل المقاومة باللهب بحيث ترتب البشابير في وضع موازي لصف النباتات حيث النباتات صغيرة ومقاومتها للهب منخفضة[٢]،[١٢] فتوضع البشابير موازية للخط وعلى جانبيه وعلى بعد ٧٥ إلى ١٢٥ ملليمتر [٣ ـ ٥ بوصة] من مركز الصف وتكون مخارج البشابير على ارتفاع ١٠٠ إلى ١٥٠ ملليمتر [٤-٦ بوصة] فوق سطح الأرض، ويوجهه إلى أسفل وللخلف بزاوية قدرها ٤٥°. وقد تستعمل مبيدات الحشرات الكيماوية لما قبل ظهور البادرات (وأحياناً لما بعد ظهور البادرات) للتحكم أيضاً في الحشائش في أولى مراحلها في الصف. وحينما يستطيع النبات أن يتحمل ويقاوم اللهب يمكن توجيه البشابير إلى داخل الصف أكثر أو استخدام الوضع المستعرض لترتيبها على الصف.

**١١ ـ ١٦ الحماية من اللهب برش الماء**

طورت طريقة حماية نباتات الذرة برشها بالماء أثناء إجراء عمليات المقاومة باللهب وذلك في محطة التجارب الزراعية في ولاية أركنساس حيث اختبر أول حقل في عام ١٩٦٨[١١]. وتتم عملية الحماية هذه بتركيب بشابير من النوع المروحي العادي حيث تركب على بعد ٥٠ ملليمتر [٢بوصة] فوق فوهة بشابير الغاز ويوجه تصريف بشابير الماء في اتجاه موازي إلى اللهب. يتقاطع الرش مع صف النبات على ارتفاع حوالي ٤٠ ملليمتر[١$\frac{١}{٢}$ بوصة] فوق سطح الأرض، ومعدل تصرف هذه البشابير والموصى به من الماء حوالي ٠,٥ إلى ٠,٧ لتر/ دقيقة [$\frac{١}{٨}$ إلى$\frac{٣}{١٦}$ جالون في الدقيقة] عند ضغوط من ٤١٠ إلى ٤٨٠ كيلو باسكال [٦٠ إلى ٧٠ رطل/ للبوصة المربعة]. والحجم الصغير من هذه البشابير يعطي تصرفاً في حدود ٨٤ إلى ٩٤ لتر/ هكتار[٩ إلى ١٠ جالون/أيكر] عند سرعة أمامية ٦,٤ كيلومتر/ الساعة [٤ ميل/الساعة] وعلى مسافات بين الصفوف ١٠٢ سنتيمتراً [٤٠ بوصة] ونصف هذه الكمية للهكتار على سرعة ١٢,٨ كيلومتر/ الساعة.

يتسبب رش الماء في تخفيض درجة حرارة الهواء إلى درجة كبيرة فوق الرش [على ارتفاع حوالي ٤٠ إلى ٥٠ ملليمتر [١$\frac{١}{٢}$ إلى ٢ بوصة] في الصف مما يزيد من اتساع عمليات المقاومة باللهب. وبذلك يمكن تطبيق اللهب المستعرض على النباتات الصغيرة بأمان. ويمكن أيضاً مقاومة الحشائش في نبات القطن الذي يبلغ طوله ١٠٠ إلى ١٢٥ ملليمتر (٤ إلى ٥ بوصة) وبدون ضرر إذا كانت مراقد النباتات ممهدة ومنتظمة مع الترتيب الدقيق لبشابير الغاز[١١].

كما يمكن ممارسة اللهب وعلى سرعات عالية في النباتات الكبيرة. فقد أعطت طريقة الحماية برش الماء أثناء المقاومة باللهب نتائجاً فعالة في محصول القطن وعلى سرعة ١٣ كيلومتر/ الساعة [٨ ميل/الساعة] وبدون ضرر لأوراق

القـطن الأعلى من ١٠٠ ملليمتر (٤ بـوصة) فـوق سـطح الأرض. ويمكن أن تستعمل بشابير غاز قياسية برشاشات على سرعات أقل من السـرعات العـادية مثلاً ٣,٢ كيلومتر/ الساعة [٢ ميل/الساعة] إذا كانت الإصـابة بـالحشائش كبيرة. فالتطور في طريقة الحماية بالماء قد أثار اهتمامـاً جديـداً في استعمال اللهب في مقاومة الحشائش في القطن.

## خـف النباتـات

### ١١ ـ ١٧ أسباب الخف

في بعض محاصيل الصفوف مثل بنجـر السكر وعـديد من الخضـروات والقطن تكون معدلات ظهور البادرات منها ـ عموماً ـ منخفضة، بل وقد يصعب التنبؤ بها، وذلك بسبب عدم المقدرة على التحكم في جميع العوامل المتصلة بذلك. ولذلك فإنه من الشائع مع هذه المحـاصيل أن يتم زراعتهـا بمعدلات كبيرة من البذور ثم يتم خف النباتات بعد ذلك إلى العـدد المرغـوب فيه بعـد ظهور البادرات. وعموماً يكون من الأفضل تحاشي عملية الخف بقدر الإمكان بزراعة العدد المطلوب من البذور. فقد أشارت الدلائـل أنه في حـالة القـطن يكون ممكناً في معظم الحالات عمل ذلك وبدون تأثير كبير على المحصول .

### ١١ ـ ١٨ طرق خف النباتات

قد تتم عمليات خف محاصيل الصف يدوياً، أو بوسائل ميكانيكيـة، أو بواسطة اللهب أو باستخدام الكيماويات. والخف اليدوي ـ أساساً ـ هو عملية فيها الاختيار للنباتات المرغوب خفها ولكنها عمليـة مملة ومكلفة وتحتـاج إلى عمالة كثيرة. وتكون الطرق الميكانيكية أو الكيميائية إما عشـوائية أو اختيـارية لخف النباتات. فقبل حوالي عـام ١٩٦٥ كانت معـظم آلات الخف التجاريـة المتوفرة من النوع الذي تتم فيه طريقة الخف بطريقة عشوائية بالرغم من دخول آلات الخف الميكـانيكية والكيميـائية والتي تؤدي الخف بـطرق اختياريـة في

الأعوام ١٩٦٠ والتي ازداد الطلب عليها بعد ذلك لتحل محل آلات الخف العشوائية التشغيل في محاصيل مثل بنجر السكر. وآلات الخف العشوائية تزيل النباتات الموجودة في مسافة معينة في الصف ثم تتخطى مسافة معينة بدون عملية خف. فهي بذلك تزيل النباتات بدون تفريق بين النباتات القوية والضعيفة، وقد تترك العديد من النباتات أو قد لا تترك أي نبات أثناء تخطيها في الصف. ولكنها ـ عموماً ـ يمكن أن تعطي متوسطاً مقبولاً لنسبة تخفيض النباتات. ومن المهم أن ينتظم توزيع النباتات في الصف. أما آلات الخف الاختيارية عند عملها تترك أول نبات يقابلها بعد مسافة محددة سابقاً من آخر نبات باقي في الصف. وقد توصل باركر[1] إلى طريقة للتنبؤ باحتمال المسافات بين النباتات قبل وبعد الخف بأي من طرق الخف العشوائية أو الاختيارية كنسبة من البادرات الظاهرة.

**١١ ـ ١٩ آلات الخف والقطع العشوائي:**

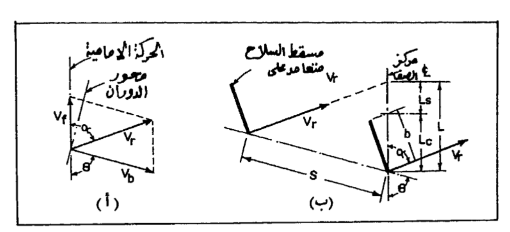
عموماً يمكن أن يجري الخف الميكانيكي على طول صف النباتات ولكن قد يجري الخف بأن تعمل الآلات في اتجاه متعامد على هذه الصفوف باستخدام آلات العزيق المزودة بأسلحة منبسطة أو سكاكين أو أي سلاح قاطع آخر بالعرض المناسب حيث تعلق في إطار العزاقة بحيث تعطي العرض المطلوب لخف النباتات والمقدار اللازم تخطيه بدون خف. وتناسب هذه الطريقة الزراعة على الأرض المنبسطة. ولكن التحكم في العمق هنا ليس بنفس الدرجة الموجودة عليها عند الخف على طول صف النباتات.

وقد يجري الخف الميكانيكي على طول صف النباتات بآلات من النوع الدوراني والتي تصل إليها القدرة (أي تدور) عن طريق عمود الإدارة الخلفي أو من عجلة أرضية أو النوع المتذبذب، وتصله القدرة أيضاً أو النوع الذي يدور مباشرة عن طريق عجلة الأرض للآلة.

وغالباً ما تكون محاور دوران وحدة القطع موازية لاتجاه حركة الآلة.

وتركب عليها أنواع مختلفة من الأسلحة التي يمكن ضبطها أو إزالتها أو تغيير وضعها لتعطي الأطوال المطلوبة من الصف التي تترك فيها النباتات وتلك التي يجب أن تتخطاها الآلة بدون خف. والوحدات الدوارة لها عادة عجلات خاصة لضبط عمق التشغيل.

وآلات الخف التي تدار عن طريق عجلة الأرض مباشرة يجب أن تعمل محاورها على زاوية صغيرة من اتجاه الحركة كما في شكل (١١ ـ ١١)، ويتم ضبط أو تغيير الأسلحة على قرص بحيث توجه منه بطريقة قطرية للخارج، أو قد يتم استقطاع بعض الأجزاء من على محيط القرص لتعمل كأسلحة[٩]. وتعطي آلات الخف الدوارة ذات القطر الكبير تغييراً أقل في عمق القطع على عرض شريحة معينة عنها في ذات الأقراص الصغيرة، وبذلك يسمح بتغيرات أقل كثيراً في دقة توجيهها.




شكل ١١ ـ ١١

أ ـ علاقات السرعة لآلة الخف الدوارة للخف على طول الصف عند أدنى نقطة من حركة السلاح.

ب ـ مسار الأسلحة بالنسبة للصف.

وآلات الخف العشوائية باللهب أو الكيماويات تحتوي على صناديق معدنية أو أغطية على مسافات منتظمة على عجلة أو ناقل. فهذه تعمل على

حماية المناطق التي لا يرغب في خفهـا عند استعمـال اللهب أو الكيماويـات بصورة مستمرة على طول الصف. وتستعمل هذه الأنواع من آلات الخف بمدى محدود جداً .

١١ ـ ٢٠ دوران الأسلحة والخف العشوائي على طول الصف:

يبين شكل ١١ ـ ١٠ ( أ ) تخطيطاً للعلاقات العامة للسرعة لآلات الخف الـدوارة، ويبين شكـل ١١ ـ ١٠ (ب) مسـارات الأسلحـة المتتـابعـة بـالنسبـة للصف. . وتعرف الرموز المختلفة كما يلي :

$V_f$ = السرعة الأمامية للآلة.

$V_b$ = السرعة المحيطية لسلاح بالنسبة للآلة.

$V_r$ = محصلة سـرعة السـلاح بالنسبـة للصف عند أوطى نقـطة لحركـة السلاح.

$\theta$ = الزاوية بين مستوى الدوران واتجاه الحركة الأمامية.

$\alpha$ = الزاوية بين $V_r$ واتجاه الحركة الأمامية.

$D$ = قطر العجلة القاطعة.

$N$ = عدد الأسلحة على العجلة القاطعة.

$S$ = المسافة بين الأسلحة على المحيط = $\frac{\pi D}{N}$.

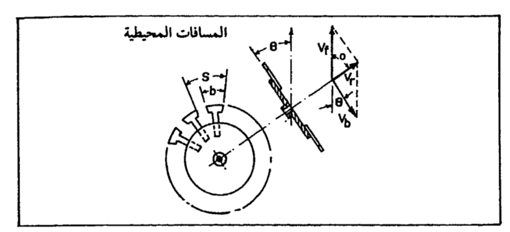
$b$ = الطول الفعال للسلاح (إسقاط عمودي على $V_r$).

$L$ = المسافة المركزية بين القطعات في الصف.

$L_s$ = طول الجزء المتروك من الصف (طول القطعة).

$L_c$ = طول الجزء المقطوع من الصف .

حيث إن الأسلحة تدور على مسافة محيـطية طـولها $S$ في نفس الـوقت الذي تتحرك فيه الآلة مسافة أمامية قدرها $L$ وبذلك تكون:




شكل ١١ ـ ١١ تمثيل تخطيطي لآلة خف تدار مباشرة بعجلة الأرض، ويوضح علاقات السرعة عند أدنى لحركة السلاح.

$$L = S\frac{V_f}{V_b} = \frac{\pi D V_f}{N V_b} \qquad (١١ - ١)$$

ومن الرسم الموضح في شكل ١١ ـ ١٠ ب يمكن توضيح أن :

$$\frac{L_c}{L} = \frac{b}{S \sin(\theta + \alpha)} \qquad (١١ - ٢)$$

$$\frac{L_s}{L} = 1 - \frac{L_c}{L} \qquad (١١ - ٣)$$

ويمكن تحديد الزاوية α بالرسم كما هو موضح في شكل ١١ ـ ١٠ أ. وإذا كان محور الدوران موازياً لاتجاه الحركة، فإن θ تكون ٩٠° وإن المعادلة ١١ ـ ٢ تصبح

$$L_c/L = b/S \cos\alpha$$

وعندما تدار آلات الخف مباشرة عن طريق عجلة الأرض فإن اتجاه $V_r$ يجب أن يكون تقريباً هو اتجاه محور الدوران كما هو مبين في شكل ١١ ـ ١١ بفرض أنه لا توجد مقاومة دورانية على كراس المحور. ويكون مجموع $\theta + \alpha$ هو ٩٠° والذي يجعل :

(من المعادلة رقم ١١ ـ ٢) $$\frac{L_c}{L} = \frac{b}{S}$$

كما يمكن من شكل ١١ ـ ١١ رؤية أن: $$\frac{V_b}{V_f} = \cos\theta$$

وبذلك تصبح المعادلة ١١ ـ ١ $L = S/\cos\theta.$

**١١ ـ ٢١ تحديد متطلبات إعداد عملية الخف العشوائي:**

يعتمد ضبط آلة الخف العشوائية على المسافة المطلوبة بين النباتات والعدد النهائي لهذه النباتات في الحقل. ويتم تحديد المسافات بواسطة عدد الأسلحة على العجلة القاطعة ونسبة السرعة الدورانية إلى السرعة الأمامية (معادلة ١١ ـ ١). وعندما يتم الخف على طول الصف فإن نسبة النباتات المتروكة إلى النباتات القائمة قبل إجراء العملية هي $100 \times \frac{L_s}{L}$ والعوامل التي تؤثر في $L_s / L$ موضحة في المعادلة ١١ ـ ٣، ١١ ـ ٢ .

ونسبة العدد النهائي من النباتات المطلوبة لوحدة المساحة أو وحدة الطول من الصف تمثل متوسط النباتات الموجودة أو نسبة النباتات التي يجب أن تبقى فإذا ما وجب إزالة أكثر من نصف النباتات في محصول بنجر السكر فقد تجري عملية الخف في مرتين متتابعتين. وتجري العملية الثانية بسكاكين توضع على مسافات أضيق مما كانت عليه في العملية الأولى وباستقطاع جزء

أكبر من النباتات لكل وحدة طول (عادة ما يكون الضعف) وتكون النسبة المئوية للعدد النهائي منسوبة بالعدد الابتدائي هي :

$$R = 100\,(L_s1/L_1)\,(L_S2/L_2) \qquad (١١ - ٤)$$

**١١ - ٢٢ الخف الميكانيكي الاختياري، والكيماوي:**

في الفترة ما بين ١٩٦٦ - ١٩٦٩ توفرت في أسـواق الولايـات المتحدة الأمـريكية أربعـة نماذج مختلفـة إلكترونيـة للخف الاختياري. ثـلاثة منهم تم تطويرها بينما الرابعة كانت موجودة سابقاً في ألمانيـا. وتحتوي كـل منها على جهاز إحساس يمكن له اكتشاف أول نبات يأتي بعد مسافة محددة سابقاً من آخر نبات ترك. وتتحكم أجهزة الاستشعار في أسلحة أو رشاشات كيماوية بطريقـة تؤدي إلى قتل النباتات معدا المطلوب الإبقاء عليها حسب المسافات المحددة لها .

ويـوجد نـوعين من أجهزة الاستشعـار يمكن استعمالهـا. ففي أحدهـما يكمل النبات المختار جزءاً من دائرة كهربـائية مـع الأرض عند لمسـه بقضبان سلكية تتمم الدائرة لتتحكم في الجهاز الذي يزيل النباتات الغير مرغوبة. وقد أشارت القياسات على بعض نباتات المحاصيل المختلفة أن مقاومتها تقـع في حدود ٢ إلى ١٠ ميج أوم[٦]. والنوع الثاني يستخدم فيه الخلايا الضوئية ومنبع ضوئي عمودي على صف النباتات وفوق سطح الأرض مباشرة لاكتشاف النبات الذي يجب تركه.

وتختلف النماذج الأربعة فيما بينها في طرق إزالة النباتات الغير مرغوب فيها. فإحدى الآلات تستعمل قضيب للاستشعار، وله سكينة تعمل هيدروليكياً على مفصلة بمحور فوق صف النباتات وتتأرجح متعامدة على الصف مرة واحدة عنـد وصول إشـارة التشغيل لهـا حيث تعمل على سـرعـة عـاليـة أمـام جهـاز

الاستشعار. وعمق القطع الموصى به هو حوالي ٦ ملليمتر [$\frac{1}{4}$ بوصة]. وطول السكينة يحدد أقل مسافة موجودة بين النباتات. فعند تحرك الآلة على طول الصف تشعر أجهزة الإحساس بأول نبات بعد الجزء المقطوع من طول الصف ثم تصل الإشارة الكهربائية مرة أخرى إلى السكاكين لتقطع بعد ذلك. ولا تحتاج هذه الآلات على ذاكرة أو أجهزة ضبط توقيت .

وتحتوي الآلة الألمانية على عجلة تدور بسرعة عالية تحتوي على ثمانية سكاكين على شكل L محورها فوق الصف (شكل ١١ ـ ١٢). والسكاكين تتلامس مفصلياً مع محور العجلة وتثبت في وضع التشغيل عن طريق سقاطات والتي تقيد حركة دافعات محملة بيانات. ويعزق الصف باستمرار إلاّ عندما يراد ترك أي من النباتات. ويوجد أمام العجلة الدوارة مباشرة أجهزة للاستشعار (في شكل ١١ ـ ١٢ وتحت محور العجلة). وتوجد عجلة توقيت مدارة عن طريق



شكل ١١ ـ ١٢. رأس حفر لآلة
خف أختبارية
ألمانية الصنع
(H. Fiola[2])



شكل ١١ ـ ١٣. سكاكين قطع من أسفل ومجس لعين كهربائية لآلة خف أختيارية.
يوضح في اليمين أحدى عجلات رفع الأوراق.
(Courtesy of Eversman Mfg. Co.)

عجلة الأرض لإدارة قرص في صندوق تحكم كهربائي والذي يفصل التيار عن أجهزة الاستشعار بعد كل دورة ثم إعادة توصيله عند اعتراض هذه الأجهزة لأقل مسافة محددة سابقاً بين النباتات.

فعند لمس القضبان للنبات بعد وصول التيار الكهربائي لها فتسبب هذه الإشارة حركة الملف عند العجلة الدوارة لحل سقاطة السكاكين. وتتأرجح السكاكين بفعل اليايات للخارج والداخل مارة فوق النبات المراد تركه. وعند تفويت الطول المرغوب فيه يفصل التيار عن الملف وترجع السكاكين عن طريق كامة إلى وضعها العادي المثبت بالسقاطات.

والتصميم الثالث (شكل ١١ ـ ١٣) له سكينتان تتأرجحان على جانبي صف النباتات وتتحركان مع الإطار لحظياً في وضع ثابت لتقوما بقطع النباتات المطلوب إزالتها. ويتم اختيار النباتات عن طريق عين كهربائية تحدد المسافات عن طريق مفتاح تأخير توقيتي. فقبل اختيار النبات تكون السكينة الخلفية في الصف. وعند وصول الإشارة من العين الكهربائية إلى النظام لبدء القطع تنسحب السكينة الخلفية من الصف، وفي نفس اللحظة تدخل السكينة الأمامية للصف. والمسافة الزمنية بين السكينتين تحدد الطول المراد التخلص منه. وبعد مرور السكينة الخلفية على هذا الطول تدخل مرة ثانية إلى الصف وتنسحب السكينة الأمامية.

وتستعمل في النوع الرابع لآلة الخف أيضاً عين كهربائية لاستشعار النباتات التي تترك ولكنها تقتل النباتات الغير مرغوبة برش الكيماويات عليها. ويمنع التصرف عن بشابير الرش عند مرورها على النباتات المطلوب الإبقاء عليها. ولا تؤثر هذه الآلة على تربة صف النباتات، ولكنها تتطلب الدقة المتناهية في توقيت قفل التصرف عن البشابير وعدم انحراف هذه المبيدات لمنع الإضرار بالنباتات المتبقية.

كما توجد آلة خف أخرى كيماوية وتستعمل أجهـزة الاستشعار حيث تمَّ تطويرها واختبارها تجريبياً في إنجلترا[٤]. وكان ناتج استخدامهـا في محصول بنجر السكر قابلًا للمقارنة مع طرق الخف اليدوية.

وظهرت الأهمية العظمى لآلات الخف الخيارية في محصول بنجر السكر وذلك ربما لأنه من أكثر المحاصيل التي تزرع وتحتاج إلى خف. بينما توجد محاصيل تحتاج إلى خف مثل الكرنب، كرنب بروكلي، القرنبيط، الخس والقطن.

وآلة الخف الكاملة تحتوي على ٤ ـ ٨ وحدات يضبط كل منها على حدة للصف الواحد ومربوطة على إطار الآلة، أو على زلاقة على الأرض. فالتوجيه الدقيق هو عملية حتمية وخاصة في آلات الخف الميكانيكية. وسرعات التشغيل الموصى بها تتراوح بين ٢,٤ إلى ٤ كيلومتر/ الساعة [١ $\frac{١}{٢}$ إلى ٢ $\frac{١}{٢}$ ميل/الساعة] لآلات الخف الميكانيكي وحتى ٦,٤ كيلومتر/ الساعة (٤ ميل/ الساعة) لآلات الخف الكهربائية الكيماوية.

ولإتمام الضبط الدقيق والحصول على نتائج جيدة فيجب أن تكون التربة على طول الصف، وفي حدود عرض ٢٠ سنتيمتر [٨بوصة]، ثابتة وناعمة وذات مقطع ثابت. ففي بعض الحالات قد يكون من الضروري كبس التربة قبل إجراء الخف ببضعة أيام للحصول على سطح ناعم خالي من الكتل الطينية. وأقل مسافة بين النباتات يجب أن لا تقل عن ٥٠ إلى ٦٥ ملليمتر [٢ إلى ٢ $\frac{١}{٢}$ بوصة]، وإلاَّ تضاعفت مسافات قطع النباتات. كما يجب ومن الضروري أن يكون الصف خالياً تماماً من الحشائش أثناء الخف أو قد تكون الحشائش أصغر بالنسبة لنباتات المحصول، وارتفاع النبات الأمثل للخف يتغير بعض الشيء للآلات المختلفة والظروف المختلفة ولكنه عادة بين ٤٠ ، ١٠٠ ملليمتر [ $\frac{١}{٢}$ ١ إلى ٤ بوصة ] لمحصول بنجر السكر.

# المراجـــع


1 - BECKER, C. F. Influence of planting rate and thining method on sugar beet stand, Trans . ASAE, 12(2):274 - 276, 1069.

2 - BUCKINGHAM, F. Flame cultivation . Implement and Tractor, 78(5):30 - 33, 96 - 98, Feb. 21, 1963.

3 - CARTER, L.M., R. F. COLWICK, and J. R. TRAVERNETTI, Evaluating flame - burner design for weed control in cotton . Discussion by J.L.Smile and C.H. Thomas. Trans. ASAE, 3(2):125 - 128, 1960.

4 - COX. S.W.R., and K.A.McLEAN, Electro - chemical thining of sugar beet. J.Agr. Eng. Res., 14:332 - 343, 1069.

5 - FIOLA, H. Electronic thining: a special report. Western Farm Equipment, 66(8):6 - 13, Aug,. 1969.

6 - GARRETT, R. E. Device designed for synchronous thinning of plants. Agr. Eng., 47:652 - 653, Dec., 1966.

7 - LALOR, W.F., and W.F. BUCHELE. Progress in the development of a selective flame weeder Proc. Fourth Annual Symposium on Thermal Agriculture (1967), PP. 45 - 51.

8 - LALOR, W. F., and W. F. BUCHELE. Field experiments with an air - curtain flame weeder. Agr. Eng., 50:358-359, 362, June, 1969.

9 - LEBARON, F. Mechanization in thining. Amer. Veg. Grower, 14(2):16 - 17, Feb., 1966.

10 - LIEN, R.M., J.B. LILJEDAHL, and P.R. ROBBINS. Five year's research in flame weeding. Proc Fourth Annual Symposium on Thermal Agriculture (1967), PP.6 - 20.

11 - MATTHEWS, E. J., and H.SMITH, Jr. Water shielded high flame weeding of cotton . ASAE Paper ASAE Paper SWR 71 - 102, presented at ASAE South-west Region Annual Meeting, Apr., 1971. (See also Arkansas Farm Res. 18(6):3, 1069).

12 - PARKER, R.E.,J.T. HOLSTUN, and F.E.FULGHAM. Flame cultivation equipement and techniques. USDA ARS, Prod, Res, Rept. 86 , 1965.

13 - PORTERFIELD, J.G.D.G. BATCHELDER, W. E. TAYLOR, and

G.McLAUGHLIN. 1969 thermal defoliation of cotton. Proc. Seventh Annual Symposium on Thermal Agriculture (1970),PP.3 - 5.

14 - Proc. Symposium on Thermal Agriculture. Annually, beginning in 1964. Natural Gas Processors Ass'n. and National I.P - Gas Ass'n.

15 - TAVERNETTI. J.R., and H.F. MILLER. Jr. Mechanized cotton growing. California Agr., 7(5):3 - 4, May, 1953.

## مسائــل

١١ ـ ١ : إذا كـانت المسافـة بين المجموعـة الأماميـة والخلفية في آلـة عزيق هي ٣,٧ متراً ويتم رفعهما عن طريق ٢ اسطوانة هيدروليكية متصلتين على التـوالي بصمام تحكم. فـإذا كـانت صمـامـات تتـابـع الضغط (قسم ٤ ـ ٧) في خط الـزيت لـلاسـطوانـة الخلفيـة تعـطي تـأخيـراً أوتوماتيكياً لرفع وخفض المجموعة الخلفية، وكان الزمن الكلي لرفع المجموعة الأمامية على المعـدل العادي لسـرعة المحـرك هو $\frac{٣}{٤}$ ١ ثانية.

أ ـ احسب السرعة الأمامية (على نفس سرعة المحرك) والتي عندها يكون هذا التأخير في الوقت مناسباً.

ب ـ إذا كـان مقدار التـأخر صحيحـاً عند المعـدل المقـدر لسـرعـة المحرك، كيف يتأثر وقت التأخير عند تقليل سرعة المحرك إلى $\frac{٢}{٣}$عند الاقتراب من نهاية الصف.

١١ ـ ٢ : أ ـ احسب تكلفة الوقود لكل هكتار لعزيق القطن باستخدام اللهب على سـرعة ٦,٥ كيلومتـر/ الساعـة. ويستعمل كـل بشبـوري غاز ١١ لتر/الساعة من الوقود بسعر ١١ سنت/لتر. المسافة بين الصفوف ١٠٢ سنتيمتراً. افترض أن الكفاءة الحقلية ٨٠ ٪ وأن

بشابير الغاز مقفولة ١٠ ٪ من الوقت الكلي للحقل.
ب - احسب المساحة بالهكتار/ الساعة التي يمكن تغطيتها بآلة تعمل على ٤ صفوف.

١١ - ٣: صمم قرص الأسلحة لآلة خف داخل الصف والتي تعمل باتصالها بالأرض والتي سوف تترك مسافات قدرها ٧٥ مليمتراً على مسافات مركزية بينها بمقدار ٢٥٠ مليمتر. اختار القرص بأقطار مضاعفات ٥٠ مليمتر (٣٠٠، ٣٥٠، ٤٠٠، ... إلخ). وللسماح بسهولة مرور الكتل الطينية أو الأعشاب ولإتاحة مسافة جيدة للنباتات فيجب أن تكون المسافة بين الأسلحة على المحيط لا تقل عن ٥٠ مليمتراً وبعمق في اتجاه قطري ٧٥ مليمتر. عمق القطع على جانبي شريحة بعرض ١٠٠ مليمتراً على طول الخط يجب أن يكون في حدود ١٣ مليمتراً من العمق في منتصف هذه الشريحة. احسب هذا الفرق لتصميمك. الزاوية بين مستوى القرص واتجاه الحركة الأمامية يجب ألا تقل عن ٤٠°. حدد هذه الزاوية في تصميمك. ارسم منظر مواجه للقرص بمقياس رسم موضحاً كل الأبعاد المرتبطة به.

١١ - ٤: إذا كان العدد المبدئي لنباتات بنجر السكر هو ٢٨ جورة لكل ٢,٥ متر من الصف. ومتوسط العدد النهائي هو ١٠ جورة لكل ٢,٥ متر. ووحدات القطع التالية يمكن الحصول عليها من وحدات تدار على الصف لتخف النباتات عشوائياً:

جزء القطع يحتوي على ١٠ سكاكين، طول الجزء المقطوع من الصف (Lc) هو ٥٠ مليمتر.

جزء القطع يحتوي على ١٠ سكاكين. طول الجزء المقـطوع من الصف (Lc) هو ٣٨ مليمتر.

جزء القطع يحتوي على ٢٠ سكينة، طول الجزء المقطوع من الصف (Lc) هو ٢٥ مليمتر.

جزء القطع يحتوي على ٢٠ سكينة، طول الجزء المقطوع من الصف (Lc) هو ١٣ مليمتر.

والجزء القاطع للسكينة يدور دورة واحدة لكل متر من الحركة الأمامية. أي الأجزاء الموضحة يمكن استخدامها إذا ما أجري الخف في مرتين متتابعتين. واحسب متوسط العدد النهائي المحتمل من هذه التوفيقات.

# الباب الثاني عشر
# استعمال الأسمدة ومبيدات الآفات الحبيبية

# الباب الثاني عشر
# استعمال الأسمدة ومبيدات الآفات الحبيبية

## ١٢ ـ ١ مقدمة :

تضاف الأسمدة إلى التربة لزيادة العناصر الغذائية المتاحة للنبات (وهي أساساً النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) مما يزيد من إنتاجية وجودة المحصول. وقد ازداد استعمال الأسمدة التجارية تدريجياً خلال السنوات الأخيرة حيث استعمل حوالي ٣٨ مليون طن للمحاصيل في الولايات المتحدة في عام ١٩٦٩[١١]. ويزداد الاهتمام بانتظام توزيع الأسمدةوالوضع المناسب لها في التربة كعوامل مساعدة لتحقيق أقصى استجابة محصولية بأقل تكلفة.

ويهتم هذا الباب بطرق ومعدات استعمال الأسمدة التجارية (الكيماوية) ومبيدات الآفات الحبيبية. ومعدلات كميات مبيدات الآفات الحبيبية تكون قليلة بالمقارنة بمعدلات الأسمدة، كما تختلف متطلبات التوزيع لهما، إلا أنه تتشابه الأساسيات الرئيسية للمعدات المستخدمة في كلا الحالتين.

## ١٢ ـ ٢ : أنواع الأسمدة التجارية وطرق الاستعمال:

تستعمل الأسمدة الجافة عموماً في العمليات الحقلية لإنتاج المحاصيل. وتستخدم في ذلك إحدى الطرق الآتية : ـ

١ ـ نثر الأسمدة قبل عملية الحرث أو وضعها عند عمق الحرث عن طريق موزعات على المحراث تسقطها في كل أخدود.
٢ ـ إضافة الأسمدة إلى التربة وعلى عمق كبير باستخدام عزاقات حفارة.
٣ ـ النثر والخلط بالتربة بعد الحرث وقبل الزراعة.
٤ ـ إضافة الأسمدة أثناء الزراعة.
٥ ـ إضافة الأسمدة على جانب خطوط النباتات النامية (أثناء عملية العزيق) أو نثرها على النباتات في الزراعات المكثفة .

وعادة ما تكون معدلات الاستعمال بين ٢٢٥ إلى ٥٦٠ كيلوجرام/هكتار [٢٠٠ إلى ٥٠٠ رطل/أيكر] للمعاملة، وقد يرتفع المعدل إلى ١١٠٠ كيلوجرام للهكتار [١٠٠٠ رطل/أيكر]، وعند الاحتياج إلى كميات كبيرة من السماد للهكتار لبعض محاصيل الصفوف، فعادة ما يضاف جزء منها بطريقة النثر إلى التربة على أن يتم خلطه بها في عملية الحرث أو قبل الزراعة.

وتستعمل الأمونيا السائلة ($NH_3$) والمحتوية على ٨٢٪ من النيتروجين بكثرة حيث إنها أقل تكلفة كمصدر للحصول على النيتروجين. وهي عبارة عن غاز قابل للذوبان في الماء عند درجة الحرارة والضغط العادي، ولكن يتم حفظه وتداوله كسائل تحت ضغط في اسطوانات أو خزانات. والضغط البخاري القياسي للأمونيا السائلة يكون تقريباً ٨٦٠ كيلو باسكال عند درجة ٢٤° م، ١٧٢٠ كيلو باسكال عند درجة ٤٦°م[١٢٥ رطل/بوصة مربعة عند ٧٥° ف، ٢٥٠ رطل/بوصة مربعة عند ١١٥° ف ] .

وتصنف الأمونيا السائلة على أنها سماد سائل عالي الضغط. ويمكن إضافة المواد الغذائية للنبات في صورة سوائل تحت ضغط منخفض، أو سوائل بدون ضغط. أو الصور الأساسية للأمونيا المائية، أو محاليل تحتوي مركبات نيتروجينية أخرى متحدة مع الأمونيا، أو محاليل مائية لمركبات نيتروجينية صلبة

أو أسمدة مختلطة سائلة. والأمونيا المائية هي محلول للأمونيا في الماء. وتحتوي درجة السماد عادة على جزء واحد من الأمونيا إلى ثلاث أجزاء من الماء لتعطي ٢٠,٥ ٪ من النيتروجين. والمحلول المشبع ($NH_4OH$) يحتوي على ٤٠ ٪ نيتروجين.

ويعتبر محلول الأمونيا، أو المحاليل المائية الأخرى المحتوية على الأمونيا من السوائل ذات الضغط المنخفض. ويجب حفظهم في خزانات مضغوطة ولكن نادراً ما يزيد الضغط عن ١٧٠ كيلو باسكال [٢٥ رطل/بوصة مربعة]. والضغط البخاري القياسي لمحلول الأمونيا المحتوية على ٢٠,٥ ٪ نيتروجين هي ١٤ كيلو باسكال عند درجة ٤٠° م [٢رطل / بوصة مربعة عند ١٤٠°ف]، ويكون ـ ٢١ كيلو باسكال عند درجة ٣٢° م [ـ ٣ رطل/بوصة مربعة عند درجة ٩٠° ف]. والأسمدة المختلطة والمحاليل الغير محتوية على الأمونيا هي سوائل غير مضغوطة.

ولمنع الفقد من تبخر الأمونيا فيكون من الضروري حقن الأمونيا السائلة، أو السوائل التي على ضغط منخفض، إلى داخل التربة في أخاديد عميقة مع تغطيتها بسرعة. وأما السوائل الغير مضغوطة فهي لا تفقد العناصر الغذائية بالبخر ويمكن أن تستخدم معها أي من الطرق المستعملة مع الأسمدة الجافة.

وتضاف الأسمدة السائلة والجافة في بعض الأوقات من خلال مياه الري. ويمكن إضافة الأمونيا السائلة إلى مصادر مياه الري المفتوحة ومباشرة من الخزانات المضغوطة عن طريق فتحة قياس وخرطوم. كما طورت بعض أنظمة الحقن لإضافة السوائل المنخفضة أو المنعدمة الضغط أو المواد الجافة إلى أنظمة الري أو خطوط الأنابيب.

ويمكن استعمال الأسمدة التي تذوب في الماء على النباتات مباشرة. والهدف الأساسي لهذا الاستعمال هو سرعة التغلب على النقص في بعض

العناصر الخاصة وإلا سوف يؤدي نقصها إلى تعطيل النمو أو فساد المحصول. وتؤدي زيادة تركيز السماد إلى الإضرار بالأوراق أو الثمار كما يمكن إعادة عمليات الرش على فترات.

### ١٢ ـ ٣: استصلاح التربة:

إن المواد مثل الجير والجبس ليست من الأسمدة ولكنها تستعمل لتحسين الحالة الكيميائية والطبيعية للتربة. ويفيد الجير في تصحيح حموضة التربة حيث يعتبر من أكثر المواد استعمالاً لاستصلاح التربة. ويستخدم عادة قبل الزراعة حيث يخلط مع التربة، ولكن يمكن إضافته أيضاً إلى المحصول في أي مرحلة من مراحل نموه وبدون الإضرار به[١٧]. وتستعمل طرق النثر بالطرد المركزي أو النثر بالتسطير فوق سطح التربة لإضافة مثل هذه المواد. وتكون معدلات الاستعمال أعلى من تلك المستخدمة مع الأسمدة التجارية حيث تتراوح من ١,١ ميجا جرام لكل هكتار [ ١٠٠٠ رطل / أيكر ] إلى أعلى من هذه الكمية بعدة مرات .

### ١٢ ـ ٤ : وضع الأسمدة التجارية في التربة:

نظراً لأن حركة معظم الأسمدة في التربة محدودة جداً، فإنه من المهم وضع الأسمدة في المكان الملائم والقريب من البذور أو جذور النباتات وذلك لإعطاء الاستجابة القصوى والاستفادة العظمى من العناصر الغذائية. ومع ذلك فإن التركيزات الزائدة من المحاليل المغذية في المنطقة المتصلة بالبذور أو الجذور الصغيرة قد تفسد الإنبات أو قد تلحق أضراراً خطيرة بالجذور. وقد تم التوصل إلى أحسن النتائج لمعظم محاصيل الصفوف عند وضع الأسمدة على هيئة شريط أسفل البذور وعلى بعد حوالي ٢٥ إلى ٧٥ ملليمتراً [ ١ إلى ٣ بوصة ] أو على جانب الصف بمسافة ٤٠ إلى ١٠٠ ملليمكتر [ $\frac{1}{2}$ إلى ٤ بوصة ] في جانب واحد أو على الجانبين .

ويتم وضع الأسمدة على هيئة شرائح أثناء زراعة محاصيل الصفوف وذلك بفجاجات مستقلة عن تلك الموجودة على آلة الزراعة لفتح الأخاديد حيث يمكن ضبطها رأسياً وعرضياً. وتستعمل عادة الفجاجات القرصية المزدوجة أو الفجاجات العزاقة مثل تلك المستخدمة مع وحدات آلة الزراعة. وتسبق فجاجات الأسمدة فجاجات أخاديد البذور وقد تركب مباشرة بعدها. ويسهل التركيب البنائي للآلة إذا ما حدد وضع السماد على شكل شريط منفرد لكل صف حيث تقل إثارة التربة في تلك الحالة.

وغالباً ما يتم التسميد مع آلات التسطير بتلقيم السماد من خلال أنبوبة البذور ويتم وضعه مع البذور في الأخدود. وقد أشارت الاختبارات إلى أنه عند استخدام أسمدة سريعة التحلل وبمعدلات عالية نسبياً فقد يؤثر ذلك بشدة على الإنبات والمحصول عند اتصال السماد بالذرة[١٣، ٢٠] وتستعمل في بعض الأحيان فجاجات قرصية منفصلة تركب خلف فجاجات أخاديد البذور لوضع السماد في جانب واحد من الصف وتحت البذور. وقد يتم تلقيم السماد في بعض آلات تسطير البذور من خلال أنابيب منفصلة لوضعه خلف البذور في نفس الأخدود وذلك بعد سقوط بعض الأتربة فوق البذور. ولا يعطي هذا الترتيب عادة فصلاً جيداً، كما أن وجود السماد فوق البذور يقلل من فاعليته[١٣].

وتعطي الأسمدة المستعملة على جانب محصول الصفوف أقصى فائدة مباشرة إذا ما وضعت في التربة الرطبة في منطقة الجذور. ولكن يجب تجنب الإتلاف الميكانيكي للنظام الجذري. وعادة ما تضاف الأسمدة على جانب الصف أثناء عملية العزيق. ويسقط السماد عادة في الأخاديد المفتوحة بواسطة العزاقات العادية ولكن يمكن إسقاطه في أي وضع أو عمق باستخدام عزاقات صغيرة أو أسلحة حفارة.

# استخدام الأسمدة التجارية الجافة

**١٢ ـ ٥ أنواع المعدات:**

عموماً، قد تقسم الموزعات المختلفة للأسمدة الجافة إلى آلات نثر المواد على سطح الأرض، وتلك التي صممت لوضع السماد في صفوف أو شرائح تحت السطح. وتشمل معدات وضع السماد في صفوف أو شرائح على:

أ ـ تركيبات لآلات الزراعة في صفوف أو عزاقات.
ب ـ آلات خاصة لتسطير السماد في الحقول المفتوحة.
جـ ـ وحدات مجمعة مثل آلة تسطير الحبوب والسماد معاً.

وتحتوي ناثرات السماد ذات العرض الكامل للآلة أو النوع الذي يسقط السماد على أجهزة لضبط وتلقيم السماد موزعة على مسافات منتظمة عادة حوالي ١٥٠ مليمتر [٦ بوصة] على الطول الكلي لخزان السماد. وهذه المعدات مناسبة لتوزيع أي من الأسمدة أو الجير. ويحتوي بعضها على فجاجات لفتح أخاديد لوضع السماد في شرائح تحت سطح التربة كما يمكن استعمالها لوضع السماد على جانب صف نباتات محاصيل الصفوف وذلك بسد جزء من مخارج السماد. وعادة ما تكون ناثرات السماد من النوع المقطور وبعرض يتراوح من ٢,٤ إلى ٣,٧ متراً [٨

إلى ١٢ قدم] وقد توجد أيضاً كوحدات يمكن تعليقها على الجرار أو كتركيبات لمختلف أنواع آلات تمهيد مرقد البذرة.

وناثرة السماد بالطرد المركزي تشابه البذارات ذات الطرد المركزي حيث يتم التحكم في ضبط كمية المادة (سماد أو بذور) من الخزان ومن ثم توزع عرضياً عن طريق قرص أو قرصين دوارين. ويمكن استعمال بعض آلات النشر بالطرد المركزي في الزراعة أو التسميد. ويكثر استعمال الناقلات المقطورة لنثر الأسمدة والجير، ومعظم هذه الوحدات تستخدم الطرد المركزي في عملية النشر. ويمثل عدم انتظام التوزيع العرضي مشكلة لهذه الآلات. ولكن توفر تركيبات وصور للأسمدة على هيئة حبيبات كبيرة ومتقاربة حجماً قد زاد من إمكانية الحصول على توزيعات منتظمة ومقبولة.

ويتم نثر الأسمدة باستعمال الطائرات في بعض المناطق وخاصة في حقول الأرز والحبوب الصغيرة وعلى أراضي المراعي في التلال. فقد سمد حوالي ١,٦ ميجاهكتار [٤ مليون أيكر] بالطائرات في الولايات المتحدة الأمريكية في عام ١٩٦٢ م، حيث كان معظمها حقول أرز في تكساس، أركنساس، لويزيانا وكاليفورنيا[٢٨]. وفي عام ١٩٦٧ م تم تسميد أكثر من ٣,٤ ميجا هكتار [$\frac{1}{2}$ ٩ مليون أيكر] في نيوزيلندا معظمها مراعي على تلال وذلك باستعمال الطائرات وبمعدل متوسط قدره ٢٨٠ كيلوجرام للهكتار [ ٢٥٠ رطل للأيكر ] [٢٨] .

ويزداد الاتجاه باستخدام طائرات التسميد إذا ما كانت المساحات التي يراد تسميدها كبيرة أو كانت هنالك صعوبات تعوق تأدية عملية التسميد بالمعدات الأرضية (كما هو الحال في حقول الأرز المغمورة أو

الأراضي ذات التضاريس الوعرة) وتستعمل نفس المعدة في التسميد والزراعة.

## ١٢ ـ ٦ عوامل تقييم التصميم:

إن العامل الأساسي لتقييم أداء موزع سماد هو انتظام التوزيع على مدى واسع من الظروف. ويتوقف انتظام التوزيع للوحدات التي تضع السماد في شرائح أساساً على أداء أجهزة التلقيم. بينما يعتبر الانتشار العرضي هو العامل المحدد لتقييم أداء الناثرات ذات الطرد المركزي أو طائرات النثر.

ويجب أن تكون أجهزة التلقيم ذات فعل توزيع إيجابي مع الأسمدة وتعطي مدى واسع من الانسيابية (مدى السهولة التي ينساب بها السماد)[١٨]. ومن المطلوب أن تكون معدلات التصرف مناسبة مع السرعة الأمامية للآلة، وبذلك يكون معدل التسميد للهكتار مستقلاً عن السرعة.

كما يجب أن يكون معدل التصرف مستقلاً عن ارتفاع السماد في القادوس وعن الميول المقبولة للموزع، ويجب أن يوفر التصميم نظام تحكم إيجابي لضبط معدلات التسميد عن طريق ريادات صغيرة متتالية وأن يكون له علاقة محددة بمقياس مناسب تزود به الوحدة. كما يجب ألا تحدث أي تغييرات عشوائية في معدل التصرف متى ما تم ضبطه عند حد معين. كما يجب أن تصنع الأجزاء بدقة حتى تعطي الوحدات المتكررة معدلات متساوية.

ويجب أن تكون أجهزة التلقيم سهلة الفك والتركيب لإتمام عمليات

التنظيف، فالعديد من الأسمدة تعمل على تآكل هذه الأجزاء وتميل إلى التجمع ومنع الأجزاء من الدوران إذا ما تركب القواديس بحيث يمكن تمييلها أو رفعها تماماً أو قد يركب القاع بمفصلة حيث يمكن فتحه أو رفعه.

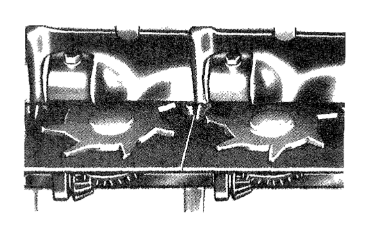
كما يجب استعمال المواد المقاومة للتآكل كلما أمكن، وخاصة للأجزاء المتحركة ويستعمل الصوف الزجاجي بكثرة في صناعة القواديس. ويعطي الصلب الغير قابل للصدأ مقاومة تأكل ممتازة إلا أنه مكلف ويستعمل في بعض الأحيان لبعض أجزاء أجهزة التلقيم. ويمثل استعمال دهانات المعادن (الجلفنة) مشكلة، حيث يظهر أيضاً فعل التآكل بعد أن تتآكل الدهانات. وفي بعض الاختبارات[٢٥] وجد أن معدل تآكل دهانات الجلفنة أعلى مما هو عليه في الصلب الكربوني الغير مدهون وذلك بالنسبة لبعض الأسمدة. ولا يعتبر الحديد الزهر أحسن حالاً من الصلب الكربوني فيما يختص بمقاومة التآكل[٢٥]، ولكن بعض الأجزاء من الحديد الزهر تستطيع أن تتحمل التآكل أكثر من الأجزاء المصنوعة من الصلب الرقيق وذلك إلى حين أن تصل إلى مرحلة من العمل الغير مرضي.

### ١٢ ـ ٧ أجهزة التلقيم:

لقد تم تطوير العديد من أجهزة تلقيم الأسمدة الجافة خلال السنوات الماضية في محاولة للحصول على تلقيم ثابت ومنتظم تحت الظروف المختلفة والتي تقابل الآلات عند توزيع الأسمدة التجارية في الحقل. والفقرات التالية تصف بعض الأساسيات المستعملة في الموزعات الحالية. وعادة ما يدار العضو الدوار في أجهزة التلقيم عن طريق عجلة الأرض. ويتم فصل أو وصل وحدات وضع السماد سواء على الصفوف أو في شرائح أوتوماتيكية عند رفع أو خفض آلة الزراعة أو العزاقة وذلك إما

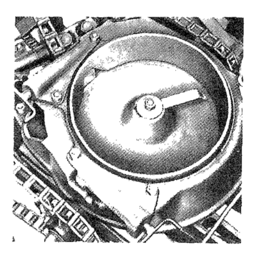
برفع أو خفض عجل الآلة (مثل العجلة الضاغطة لآلة الزراعة) أو بواسطة قابض تغذية أوتوماتيكي.

وقد طورت عجلة التغذية النجمية (شكل ١٢ ـ ١) منذ سنين عديدة، واستعملت في بعض آلات تسطير الحبوب وبعض تركيبات آلات وضع السماد على جانبي صف المحاصيل. وتحمل كل عجلة كمية محددة من السماد خلال فتحة بوابية إلى مكان التغذية. والسماد المحمول بين أسنان عجلة التغذية يسقط إلى أنابيب التغذية بفعل الجاذبية بينما تكشط المواد المحمولة على سطح العجلة لتسقط إلى فتحة التغذية. ويتم التحكم في معدل التصرف برفع أو خفض بوابة فوق العجلة. وغالباً ما تزود العجلة باثنين أو أكثر من نسب السرعة. وتدار كل عجلة عن طريق مجموعة من التروس العمودية، من عمود التغذية تحت القادوس، مع وجود مسمار قص لحمايتها إذا ما اعترضت العجلات بأسمدة متحجرة أو أي أجسام صلبة.

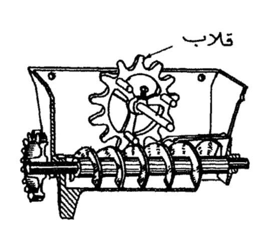


شكل ١٢ ـ ١: عجلة التغذية النجمية على آلة تسطير الحبوب. لاحظ ارتفاع البوابة القابل للضغط فوق كل عجلة.

وأجهزة التلقيم لبعض تركيبات آلات تسميد محاصيل الصفوف يكون لها قاعدة أفقية دوارة في قاع الخزان (شكل ١٢ ـ ٢). ويتم التحكم في معدل التصرف فيها عن طريق بوابة يتم ضبطها على مخرج جانبي. لاحظ أن الوحدة المبينة في شكل ١٢ ـ ٢ لها مخرجين وبذلك تسمح بنثر السماد على شريحتين من خزان واحد.



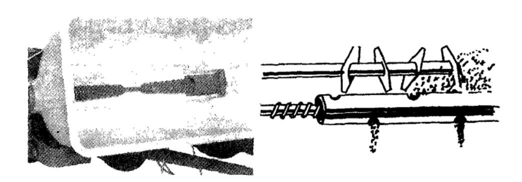
شكل ١٢ ـ ٢: جهاز التلقيم ذو القاعدة الدوارة (Courtesy of White Fram Equipment Co.)




شكل ١٢ ـ ٣: جهاز تلقيم ذو بريمة في تركيبة مغلقة (Courtesy of John Blue Co).

ويوضح شكل ١٢ ـ ٣، ١٢ ـ ٤ نوعاً من أجهزة التلقيم ذات البريمة. والنوع المبين في شكل ١٢ ـ ٣ عبارة عن بريمة تدور في أنبوبة، والبريمة لها إزاحة كبيرة بعض الشيء لكل لفة. وتركيبة البريمة الحرة تظهر في شكل ١٢ ـ ٤ (يسار) هي تطوير حديث. وتستعمل بكثرة مع تركيبات محاصيل الصفوف. والقطر الداخلي للأنبوبة أكبر من قطر البريمة بحوالي ١٣ مليمتراً [$\frac{1}{2}$ بوصة]. وكل من قسمي البريمة يحرك السماد إلى إحدى نهايتي الخزان

حيث يخرج من نهاية الأنبوبة أو يسقط خلال فتحة خارجية. ويخدم الخزان صفين في آن واحد. كما يسهل فك البريمات لعمليات التنظيف.



**شكل ١٢ ـ ٤: اثنين من أنظمة أجهزة التلقيم ذو البريمة الحرة.**

**يسار: تصلح لتركيبات محاصيل الصفوف، ويبدو الخزان مائلاً أثناء التفريغ (Courtesy of White Farm Equipment Co.).**

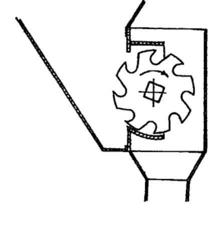
**يمين: تصلح لأي من تركيبات محاصيل الصفوف أو النثر بالإسقاط على سطح التربة (Courtesy of Barber Eng.).**

ويبين شكل ١٢ ـ ٤ (يمين) نوعاً مختلفاً من أجهزة التلقيم ذات البريمة الحرة حيث يدخل السماد إلى أنبوبة البريمة من قمتها بدلاً من نهاياتها ثم ينتقل إلى مسافة قصيرة داخلها لينصرف من مخارج موجودة بقاعها. وتكون تركيبة الأنبوبة قاعدة الخزان والتي يمكن رفعها. ويوجد العديد من الفتحات على هذه الأنبوبة لتعطي مخارج عديدة لاستعمالها لمحاصل الصفوف أو النثر بالإسقاط على سطح التربة. ومع أي من الموزعات البريمية يتم ضبط معدل التصرف بتغيير نسبة السرعة بين البريمة وعجلة الأرض.

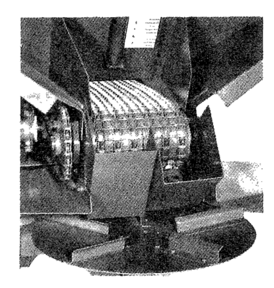
ويبين شكل ١٢ ـ ٥ نوعاً من أجهزة التلقيم ذات التغذية الموجبة حيث توجد عجلات رأسية للتلقيم لها خلايا على حوافها، وتوزع عجلات التلقيم هذه على طول الخزان وتدور عن طريق عمود واحد. ويتراوح عرض العجلة

من ٦ مليمتر إلى ٣٢ مليمتر [$\frac{1}{4}$ بوصة إلى $\frac{1}{4}$ بوصة] حيث تستعمل لمعدلات تلقيم مختلفة. ويضبط معدل التصرف لأي منها بتغيير سرعة العمود الدوار.

وتستعمل أجهزة التلقيم ذات السير في بعض الأوقات عندما يتطلب معدل تصرف عالي كما هو موجود على آلات زراعة البطاطس وآلات النثر بالطرد المركزي ذات الخزانات الكبيرة. وبعض الوحدات لها سير سلكي منبسط (عادة من الصلب الغير قابل للصدأ) يقوم بسحب المواد من قاع الخزان (شكل ١٢ ـ ٦) بينما البعض الآخر يستخدم فيه سيور مصنعة من المطاط ويضبط معدل التصرف عن طريق بوابة يمكن التحكم فيها. وقد ينقسم التصرف إلى مجريين أو أكثر حسب الرغبة.



شكل ١٢ ـ ٥ : جهاز تلقيم ذو خلايا على قرص رأسي دوار.



شكل ١٢ ـ ٦ جهاز تلقيم ذو سير سلكي مركب على نائرة طرد مركزي (Courtesy of Deere and Co).

وعادة ما تستعمل أجهزة تلقيم ذات فتحات ثابتة على بعض آلات النثر (شكل ١٢ ـ ٦) ويتم التحكم في معدل التصرف بضبط مقاس الفتحات.

ويوجد قلاب يدور ليكسر التكتلات ويحرك المواد على الفتحات للمساعدة في تلقيمها وأيضاً يعمل على تقليل تأثير التغير في ارتفاع السماد في الخزان أثناء التفريغ. وخزان آلات النثر بالطرد المركزي يتناقص قطره تدريجياً لينتهي بقاعدة ذات مساحة صغيرة، وعادة ما يستعمل معه فتحة ثابتة لجهاز التلقيم.

وقد تزود بعض آلات تسطير الحبوب أو آلات النثر بأنظمة بها عجلة مروحية أو مموجة تدور على محور تغذية في الخزان وتغطى جزئياً بحواجز. وتعطي هذه العجلات إزاحة موجبة لنقل المواد إلى فتحات التصرف وهي أكثر فاعلية من القلابات العادية. وتتحرك المواد حول قاع الخزان وتنصرف خلال فتحات يمكن ضبطها. ويتم التحكم في معدل التصرف بتغيير نسبة السرعة بين محور التغذية وعجلة الأرض. وفي هذه الأنظمة تتوقف التغذية بتوقف الآلة.

**١٢ ـ ٨ العوامل التي تؤثر على معدل التصرف:**

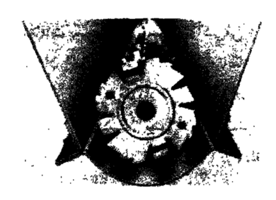
يكون لبعض وسائل التلقيم الحديثة فعل إيجابي في توزيع جزء من السريان ولكنها تعتمد أيضاً على تأثير الجاذبية لنقل هذا السريان. فمثلاً عجلات التلقيم النجمية لها فعل إيجابي لنقل السماد خلال التجاويف بين أسنانها ولكنها تعتمد جزئياً على فعل الجاذبية لمرور السماد خلال فتحات بوابية إلى أنابيب السماد. وتعتمد الأنظمة ذات الفتحات الثابتة (شكل ١٢ ـ ٧) لحد كبير على تأثير الجاذبية. وتعتبر التغذية بالبريمة، والسير والوحدات ذات الخلايا أساساً من الأجهزة ذات الإزاحة الموجبة.

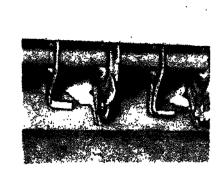
وتتأثر معدلات التصرف في أجهزة التلقيم التي ليست من النوع ذو الفعل الإيجابي بنوع وحالة السماد وظروف التشغيل، وقد يمتد التأثير إلى مدى درجة الاعتماد على الانسياب بفعل الجاذبية. وتتأثر معدلات الكتلة لكل أنواع الموزعات بالوزن النوعي الظاهري لمادة السماد.

وتعتبر انسيابية السماد من أهم العناصر التي تؤثر على معدلات التصرف وتتأثر الانسيابية أو سهولة السريان بعدة عوامل مثل استرطابية السماد، الرطوبة

النسبية التي تم عندها التخزين، شكل وحجم الحبيبات، وجود التكتلات، الكثافة الحجمية، والخصائص الانضغاطية للمادة[١٨].

ولقد خطت بعض الشركات المصنعة للأسمدة خطوات واسعة في السنوات الأخيرة لإنتاج أسمدة ذات حبيبات منتظمة الحجم وسهلة السريان وتقاوم التشقق. مع ذلك فقد نجد بعض المواد ما زالت لها انسيابية ضعيفة نسبياً تحت الظروف العادية بينما يتأثر البعض الآخر بشدة بظروف التخزين والرطوبة.



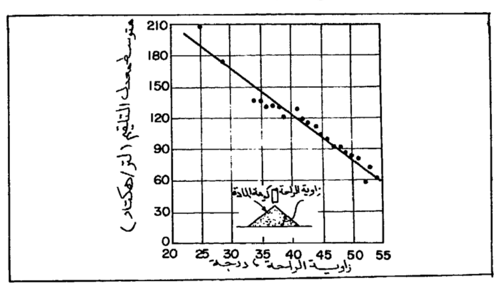


شكل ١٢ ـ ٧: أجهزة التلقيم ذو الفتحات الثابتة (Courtesy of Avco New Idea Div., AVCO Crop.)

وفي اختبارات عديدة على العجلة النجمية والمركبة على آلة تسطير الحبوب. . حيث رفعت بوابة التحكم لحوالي ثلث مشوارها وجد مهرنج وكيومنجز أنه توجد علاقة محددة بين زاوية الراحة لمادة السماد ومعدل التصرف كما هو موضح في شكل ١٢ ـ ٨. وقد استخلصا من ذلك أن انسيابية السماد تتناسب عكسياً مع زاوية الراحة وأن الأسمدة التي لها زاوية راحة أكبر من ٥٥° لا يمكن لها أن تنساب، أو تلقم بطريقة مرضية مع معظم أنواع الآليات.

ولا يتأثر معدل التصرف من وحدة التلقيم ذات الإزاحة الحجمية الموجبة كثيراً بزاوية الراحة بشرط حرية انسياب مادة السماد بقدر يسمح بملء أو تفريغ حيز الإزاحة. كما أن غلق بوابة عجلة التغذية النجمية يعمل على تقليل ميل المنحنى الموجود في شكل ١٢ ـ ٨ وذلك نظراً لزيادة أهمية ومقدار الفعل الإيجابي لعجلة التغذية.

وقد وجد أيضاً مهرنج وكيومنجز أنه مع الانسياب الحر للمادة (عند زاوية راحة ٣٥°) فإن ارتفاع المادة في الخزان له تأثير ضعيف على معدل التصرف لكل من الموزعات ذات السيور أو البريمة. بينما مع العجلة النجمية والنوع ذي القاعدة الدوارة فقد وجد أن هنالك اختلافات بسيطة عند ارتفاعات أكبر من ٧٥ إلى ١٠٠ مليمتر [٣ إلى ٤ بوصة]. كما أن إمالة العجلة النجمية أو القاعدة الدوارة للخزان بمقدار ١٠° في اتجاه فتحة التصرف قد زاد من معدل التصرف بحوالي ١١ إلى ٢١ ٪ وذلك نظراً لزيادة تأثير الجاذبية. بينما الإمالة بمقدار ١٠° في الاتجاه المعاكس قد قللت من المعدل بحوالي ١١ إلى ١٥ ٪ وذلك بالمقارنة بالمعدل عند الوضع الأفقي.




شكل ١٢ ـ ٨: العلاقة بين معدل التلقيم وزاوية الراحة للسماد، وذلك لعجلة التغذية النجمية وبفتحة البوابة بمقدار ثلث مشوارها (A. L. Mehring and G.A. Gumings[18]).

وقد حدد لي وكاركانيس[٥١] تأثير سرعة دوران عمود التغذية على معدل التصرف وذلك في آلة نثر باستخدام ثلاثة أنواع من أجهزة التلقيم واستعمال نوعين من الأسمدة. أحد هذه الأسمدة والمعروف بـ ١٠ ـ ١٠ ـ ١٠(*) له حبيبات يبقى ٥٠ ٪ منها على الغربال القياسي رقم ١٤ (No. 14 Tyler Sieve). وكثافة حجمية قدرها ١٠٤٠ كيلوجرام/متر مكعب [٦٥ رطل/قدم مكعب]. وزاوية راحة ٣٧° ـ وكان السماد الآخر هو اليوريا، وحبيباته كروية يحجز منها من ٦٠ إلى ٨٠ ٪ على الغربال القياسي رقم ١٤، وكثافة حجمية ٧٤٠ كيلوجرام/متر مكعب [٤٦ رطل/قدم مكعب]. وزاوية راحة ٢٣° ـ وقد أجريت الاختبارات عند سرعات دورانية لعمود التغذية والممثلة بالسرعات الأمامية ـ ٤، ٧,٢، ١٠,٥ كيلومتر/الساعة [٢,٥، ٤,٥، ٦,٥ ميل/الساعة] وباستخدام وحدات تلقيم ذات فتحة ثابتة فإن معدل التصرف قد زاد عند كل من السرعات الثلاثة فقط بمقدار ٢٥ ٪ (من ـ ٤,٠ إلى ٧,٢ كيلومتر/الساعة)، وكانت الزيادة في معدل التصرف ١٥ إلى ٣٠ ٪ عند زيادة السرعة بمعدل قدره ٤٥ ٪ (من ٧,٢ إلى ١٠,٥ كيلومتر/الساعة). وبذلك فإن زيادة السرعة قد قللت من معدل الاستعمال لكل هكتار. وأن التصرف الحجمي كان أكثر في اليوريا بمقدار ٩٠ ٪ عن السماد ١٠ ـ ١٠ ـ ١٠ وقد يكون هذا بسبب اختلاف في خصائص الانسياب في نوعي السماد وأيضاً تأثيرات الجاذبية عليهما. وعند استعمال عجلة التغذية النجمية فقد زاد معدل التصرف الحجمي عند كل من السرعات الثلاثة وفي تناسب مباشر مع السرعة (أي يعطي معدلاً ثابتاً للهكتار) وقد كان ذلك متساوياً بالمثل لنوعي السماد.

أما النوع الثالث من الموزعات فله مجاميع من البكرات السلكية مركبة

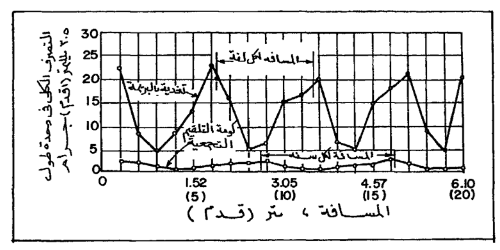
---

(*) في هذه الطريقة للتسمية تمثل الثلاثة أرقام نسب كتلة النيتروجين، حامض الفوسفوريك ( $P_2O_5$) والبوتاسيوم ( $K_2O$) على الترتيب.

على محور أفقي ليحرك السماد إلى فتحات لا يمكن ضبطها في قاع الخزان ـ ويشابه هذا الفعل البريمة الموجودة في شكل ١٢ ـ ٤ يمين. وقد زاد المعدل المتصرف لكل من نوعي السماد وفي تناسب مع السرعة، ولكن المعدلات الحجمية من سماد ١٠ ـ ١٠ ـ ١٠ كانت أعلى بحوالي ١٥ ٪ عن اليوريا. إن معدلات التصرف من أجهزة التلقيم مثل تلك ذات السيور أو من نوع الوحدات ذات الخلايا والتي لها في الأساس إزاحة موجبة يكون من المتوقع أن تتناسب مع السرعة.

**١٢ ـ ٩ العوامل التي تؤثر على انتظام التوزيع :**

تعتبر الاختلافات في انسيابية الأسمدة من أجهزة التلقيم هي السبب الرئيسي في عدم انتظام توزيع الأسمدة. إن أسنان عجلة التلقيم النجمية تعطي كميات من الأسمدة كما هو مشار إليه في شكل ١٢ ـ ٩. وبالمثل فإن بريمة التغذية والتي اختبرها مهرنج وكيومنجز(١٨). والتي قد تشابه تلك التي في شكل ١٢ ـ ٣ لها دورة أكثر وضوحاً وهي تناظر لغة واحدة من البريمة. وعند استعمال أي من هذه الأجهزة لتلقيم سماد له زاوية راحة ٤٨° فقد وجد أن هناك اختلافاً




شكل ١٢ ـ ٩ : انتظام التوزيع وعلاقته بالمسافة المقطوعة لنوعين من الموزعات لتلقيم سماد له زاوية راحة ٤٨°. كل نقطة تمثل التصرف الكلي في كل وحدة طول قدرها ٣٠٥ مليمتر [١ قدم] أثناء التحرك (A. L. Mehring and G.A. Cumings[18]) .

في انتظام التوزيع حيث استقبلت وحدة طول ٣٠٥ مليمتر [١ قدم] حوالي أربعة أضعاف ما استقبلته وحدات أخرى من نفس نوع السماد.

كما اختبر ساوثول وصاموئيل[٢٦] العجلة النجمية على آلة نثر أسمدة لها زاوية راحة ٣٣°، ٣٧° وقد وجدا أن أقصى معدل للاختلافات عن المتوسط كان فقط من ٥ إلى ١٤ ٪.

بينما قد تكون الاختلافات الدورية للبريمات من النوع الذي شكل ١٢ ـ ٤ صغيرة نسبياً وذلك بسبب صغر الإزاحة لكل لفة. فقد بينت التجارب التي أجراها ساوثول وصاموئيل على بريمة تغذية مع نفس نوعية الأسمدة السابقة أن متوسط معدل الاختلافات كان حوالي ٨ ٪ عن المتوسط. كما تعطي أجهزة التلقيم من النوع ذي الخلايا والمبين في شكل ١٢ ـ ٥ نوعاً من الاختلافات في التوزيع بطريقة دورية، وخاصة عند سرعات دورانية منخفضة. بينما لا يكون لوحدات التلقيم ذات السيور أو الوحدات ذات القاعدة الدوارة أي خصائص تظهر اختلافات دورية في توزيعات السماد. وقد تعطي أنظمة التلقيم ذات الفتحات الثابتة بعض الاختلافات الدورية وذلك لتأثير فعل القلاب داخل الخزان.

وتخرج الأسمدة التي لها زاوية راحة كبيرة بطريقة غير منتظمة بغض النظر عن نوع جهاز التلقيم وذلك بسبب عدم انسياب المادة بحرية. فقد وجد مهرنج وكيومنجز اختلافات واسعة في معدلات التصرف الخارجة من جميع أجهزة التلقيم المستخدمة مع سماد له زاوية راحة قدرها ٥٤°. وقد تكون هذه الاختلافات صغيرة مع الأجهزة التي ليس لها خصائص اختلافية دورية عن استعمال سماد له زاوية راحة قدرها ٤٨°.

كما أن اهتزاز الآلة وارتجاج أجزائها وعدم ضبط ميول أنابيب توزيع

السماد كلها تعتبر عوامل ينتج عنها اختلافات في انتظام التوزيع في الحقل، وتزداد الخطورة عند زيادة زاوية الراحة للسماد المستعمل.

كما قد تجد اختلافات بين متوسطات التصرفات الخارجة من كل وحدة تلقيم والتي تؤثر بالتالي على اختلافات في انتظام التوزيع بين وحدات الآلة الواحدة في الاتجاه العمودي على سير الآلة ـ فقد وجد ساوثول وصاموئيل اختلافات بين الوحدات تصل إلى ٢٠٪ إلى ٣١٪ من المتوسط للموزعات ذات الفتحات الثابتة، ٨ إلى ٢٧٪ مع عجلة التغذية النجمية و ٦ إلى ١٧٪ مع الموزع ذي البريمة.

**١٢ ـ ١٠ ناثرات السماد ذات الطرد المركزي:**

يوضح شكل ١٢ ـ ٦ إحدى ناثرات السماد ذات الطرد المركزي والمزودة بقرص مروحي. وغالباً ما تستخدم فيها مروحتان معاً لطرد السماد بفعل القوى الطاردة المركزية. وعند استعمال آلة نثر ذات سير لتلقيم السماد على المروحتين فغالباً ما يتم تقسيم انسياب سريان السماد بمقسم على شكل V مقلوبة، وعند استعمال جهاز تلقيم ذي الفتحات الثابتة فتزود الآلة بفتحات خاصة منفصلة لتوصيل السماد إلى المروحتين حيث يزود قاع الخزان بمقسم على شكل V مقلوبة. ويزود القرص المروحي بمجموعة من الريش التي قد تكون قطرية أو قطر خلفية، وذلك في طريقة توجيهها بالنسبة لنصف القطر كما قد تكون مستقيمة أو ذات انحناء. وتعطي الريش القطرية الأمامية مسافة أبعد لانسياب مادة السماد بينما تصلح الريش القطرية الخلفية لإزاحة وتفريغ المواد القابلة للالتصاق (الجبس الرطب مثلاً) بطريقة أسرع.

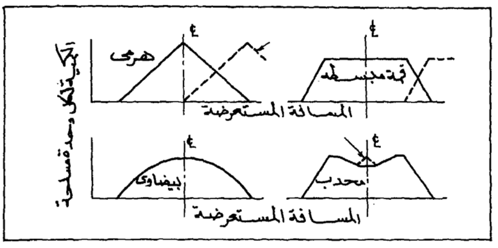
وقد استنتج كنجهام[٦] بعض المعادلات المعقدة لحركة جسيمات السماد المتجهة للخارج في اتجاه الريش وذلك لثلاثة أنواع مختلفة من الأقراص ويمكن عن طريق هذه المعادلات التنبؤ بسرعة التصرف والإزاحة

الزاوية ابتداءاً من لحظة وصول الجسيمات إلى القرص المروحي إلى أن تنصرف منه. وقد أشارت هذه المعادلات إلى أن كل من سرعة التصرف والإزاحة الزاوية هما دالتان لنصف القطر الخارجي للقرص المروحي، زاوية الريشة بالنسبة لنصف القطر، والمسافة القطرية التي يتم تغذية السماد عليها بالنسبة للقرص المروحي، ثم السرعة الدورانية للقرص ومعامل الاحتكاك بين السماد والريش. ونظرياً فإن الجسيمات التي تسقط على القرص المروحي وفي أماكن مختلفة منه عدا مركزه سوف تترك القرص عند نقاط زاوية مختلفة وبسرعات متفاوتة، وهذا ما يعطي توزيعاً مستعرضاً. وبتغير شكل أو زوايا الريش على القرص المروحي يمكن تحسين هذا التوزيع. وقد افترض كننجهام أن جسيمات السماد سرعان ما تكتسب عجلة إلى أن تصل إلى السرعة الزاوية للقرص المروحي ثم تنزلق في اتجاه الخارج وفي محازاة الريش. بينما افترض أنس وريس[١٤] أن الجسيمات ترتد عند بداية اصطدامها بالريش ولكنها تبدأ في الانزلاق أساساً بعد الاصطدام الثالث.

وتكمل معادلات مسار الجسيمات، والتي تشتمل على تأثير مقاومة الهواء المعادلات النظرية للقرص المروحي لتعطي طريقة منطقية لحساب عرض نمط التوزيع[٦]. وقد استنتج العديد من الباحثين معادلات لمسار الجسيمات[٦]،[١٩]،[٢٤] وقد طور رنتس ويورجر[٢٤] مجموعة من المعادلات العامة مستخدمين حلول الحاسب الآلي للحصول على منحنيات المسار ومنحنيات معامل مقاومة الهواء لعديد من المقاسات لكريات بلاستيكية، وبذور وأسمدة حبيبية. وقد توافقت القيم المتحصل عليها بالتجارب مع المسافة الأفقية والمتنبأ بها بالمعادلات النظرية وفي حدود ١٠ ٪ في معظم الحالات. وتتأثر المسافة الأفقية بحجم الجسيم، الكثافة، والشكل. فالجسيمات الكبيرة ذات كثافة عالية تحمل لمسافة أفقية أبعد من الجسيمات الصغيرة. ومكونات مخلوط جاف من جسيمات مختلفة يكون لها أنماط توزيع مختلفة وذلك إذا كان

للجسيمات خصائص طبيعية مختلفة ويسبب ذلك فصلاً للمواد.. وتؤثر الرياح أيضاً على مسافة حمل الجسيمات وبالتالي على نمط التوزيع.

ويتأثر انتظام التوزيع بشكل ونمط التوزيع الخارج من آلة النثر وكمية التداخل بين أنماط التوزيع. فمعظم الأنماط من ناثرات السماد ذات الطرد المركزي يمكن تقريبها بأحد الأشكال الموضحة في شكل ١٢ ـ ١٠[٩].




شكل ١٢ ـ ١٠ أشكال عامة نمطية للتوزيعات المستعرضة من ناثرات الطرد المركزي:

ويعطي الشكل الهرمي أو ذو القمة المنبسطة توزيعاً منتظماً إذا كان متماثلاً وذا جوانب مستقيمة ومتداخلة كما هو موضح في الشكل. بينما يعتبر الشكل البيضاوي والمحدب غير مرغوب فيهما من حيث انتظام التوزيع ولكن الأشكال المبينة قد تعطي توزيعاً منتظماً ومقبولاً إذا كان عرض التسميد لا يتعدى ٤٠ ٪ من العرض الكلي لعرض شكل أو نمط التوزيع[٩]. ولقد طور ريد وواكر تجهيزاً معملياً لقياس هذه الأنماط عن طريق أحواض بعرض ٣٠٥ مليمتر [١ قدم] تسحب تحت ناثرة ثابتة، كما طورا برنامجاً على الحاسب الآلي لتحديد معامل الاختلاف كدالة لمقدار التداخل. وقد استطاعا تحديد التداخل الأمثل لأي نمط للتوزيع والتغيرات إذا ما تغير مقدار التداخل عن الأمثل.

وللحصول على نمط توزيع مقبول ـ يجب ضبط الناثرة لتعادل اختلاف المواد والتغيرات الكبيرة في معدل التصرف(٩). فالأنماط تميل إلى أن تكون أقل انتظاماً عند المعدلات العالية مقارنة بالمعدلات المنخفضة (٩)،(٣٢). وعناصر التشغيل التي قد يمكن ضبطها هي مكان استقبال مادة السماد على القرص المروحي، السرعة الدورانية، وزاوية الريش على القرص بالنسبة لنصف القطر. ويسمح لآلة التسميد بالتحرك على محيط الحقل في اتجاه دائري للتعويض عن الأنماط الغير متماثلة بينما التسميد في مجرات متجاورة متعاقبة يظهر هذا الاختلاف (٣٢).

**١٢ ـ ١١النثر بالطائرات:**

لسنين عديدة كانت طائرات التدريب المستخدمة بواسطة الجيش والبحرية الأمريكية أثناء الحرب العالمية هي من النوع الأكثر انتشاراً في استخدامات الكيماويات الزراعية والبذور. ومنذ أعوام ١٩٥٠ م تم استبدالها التدريجي بالنماذج الحديثة المصممة أو المعدلة للاستخدام الزراعي. والأنواع الحالية من الطائرات معظمها ذات الجناح المنخفض ذات محركات تتراوح قدراتها من ١٧٠ إلى ٤٥٠ كيلووات [ ٢٣٠ إلى ٦٠٠ حصان] ، وحمولة من ٥٠٠ إلى ١١٠٠ كيلوجرام [١١٠٠ إلى ٢٤٠٠ رطل] ، وسرعات تشغيل من ١٣٠ إلى ١٩٠ كيلومتر/ الساعة [٨٠ إلى ١٢٠ ميل / الساعة] .

وتقوم الطائرات بنثر الأسمدة من ارتفاعات تصل من ٩ إلى ١٥ متراً] [٣٠ إلى ٥٠ قدم] وتفضل الارتفاعات المنخفضة في حالة وجود رياح. ويعتمد العرض الذي يتم تسميده على ارتفاع الطائرة ونمط التوزيع والمقدار المطلوب من التداخل. كما يقف رجلان عند بداية ونهاية كل مشوار تسميدي يحمل علماً لتوجيه قائد الطائرة. كما أن عمليات ووسائل التحميل الميكانيكية تسهل ملء الخزان على الطائرة في زمن قد يبلغ حوالي دقيقة أو أقل. وحيث إن

تكلفة استعمال مواد السماد تعتمد إلى حدٍّ كبير على معدل الكمية لكل هكتار فإنه لذلك يفضل استعمال أسمدة عالية التحلل للحفاظ على تكلفة تسميد الهكتار إلى أقل مستوى.

وقد استعملت الناثرات ذات الهواء المنضغط بفعل سرعة الطائرة حيث توضع هذه الناثرات في مجرى اندفاع هواء المروحة تحت جسم الطائرة. وتتكون الناثرات من هذا النوع من مدخل تجويفي للهواء واختناق (فنشوري) حيث يتم تغذية مادة السماد، ثم انفراج يحتوي على مقسمات لإعطاء مركبات سرعة جانبية مناسبة للمادة المحملة في تيار الهواء، وقد طورت تصميمات عديدة من هذه المورعات. ومعظمها يستعمل لنشر الأسمدة أو البذور حيث يكون طولها من ٩١٠ إلى ١١٤٠ مليمتر [٣٦ إلى ٤٥ بوصة]، ولها اختناق بعرض ٦١٠ إلى ٧٦٠ مليمتر [٢٤ إلى ٣٠ بوصة] وارتفاع ١٥٠ إلى ٢٠٠ مليمتر [٦ إلى ٨بوصة] ولها مساحة مقطع تصرف على الأقل ضعف مساحة الاختناق. وزاوية تصرف القطاعات الخارجية هي عادة ٤٥° على الأقل من خط الحركة. ومعظم هذه الناثرات تعطي نمط توزيع على شكل شبه منحرف وذا قمة منبسطة، وبذلك تحقق توزيعاً منتظماً إلى حدٍّ معقول مع قدر مناسب من التداخل، وبعرض تسميد من ١٢ إلى ١٤ متر [٤٠ إلى ٤٥ قدم][٣،٢١] ومع ذلك فبزيادة معدل التصرف تقل سرعة الهواء خلال الموزع وتقل بالتالي الطاقة المتاحة لتسارع جسيمات السماد. وتبعاً لذلك تنخفض جودة وانتظام نمط التوزيع للمعدلات الأكثر من ٢٨٠ كيلوجرام للهكتار [٢٥٠ رطل/أيكر] [٢٨] وهذا المعدل يمثل معدل تصرف حوالي ٩٠٠ كيلوجرام/دقيقة (٢٠٠٠ رطل/دقيقة). كما تحد هذه الناثرات قوى الهواء الديناميكية العالية ومتطلبات القدرة اللازمة لها والتي قد تصل إلى ٤٨ كيلووات عند سرعة ١٤٥ كيلومتر/الساعة (٦٥ حصان عند سرعة ٩٠ ميل/الساعة) والتي قد تسبب مشاكل في المناطق الجبلية[٢٨].

وقد ازداد استعمال الناثرات الطاردة المركزية منذ بداية أعوام ١٩٦٠ م. وتدور عادة عن طريق موتورات هيدروليكية ، إلا أنه توجد نماذج تـدور بفعل الهواء. وأساسيات هذه الناثرات مثل التجهيزات الأرضية إلا أنها تحتـاج إلى سرعات دورانية عالية للحصول على سرعات جانبية وأنماط توزيـع عريضـة. وفي اختبارات على قرص دوار بقطر ٤٥٧ مليمتر [١٨ بوصة] يـدور بسرعـة ١٧٠٠ لفة/دقيقة وعلى ارتفاع ١١ إلى ١٤ متر [٣٥ إلى ٤٥ قدم] تم الحصول على نمط توزيع على شكل هرمي بعـرض حوالي ٣٧ متر [١٢٠ قدم] وذلـك باستعمال أسمدة وبعض أنواع من بذور الحبوب[٤]. وهذا النمط من التوزيـع يعطي توزيعاً منتظماً معقولاً بعرض فعلي للتسميد حوالي ١٨ متر [٦٠قدم]. وتعطي الأقراص الأصغر من ذلك أنماط توزيع صفقة ضيقة ذات قمة حـادة، وهي قد تكون مرغوبة بدرجة أقل من الأنماط الأعرض.

وتتطلب الناثرات الطاردة المركزية قدرة أقل من تلك المطلوبة للناثرات ذات الهواء المنضغط ولكن قد تصل إلى ١٥ كيلووات [٢٠ حصان] لمعدلات التصرف العالية[٢٨].

وتتطلب سرعات الدوران المنخفضـة قدرات أقـل ولكنها تعـطي عرض تسميـد ضيق . وعند استعمـالهـا لنثـر البـذور فيجب أن يـوضـع في الاعتبـار احتمالات تلف البذور بالاصطدام بفعل السرعات العالية ـ ويكون تصميم نظام تغذية المادة على القرص الدوار مهماً بعلاقته بنمط التوزيع الناتج .

وقد أنشيء ناثـر طرد مـركزي تجـريبي في نيوزيلنـدة في عام ١٩٦٨ م وصمم ليزود جسيمات السمـاد بمركبـات سرعـة جانبيـة فقط ويتطلب حـوالي ٧,٥ كيلووات [ ١٠ حصان ][٢٨] ، حيث وجد أن الـطاقة التي تمنح لإعطاء مركبات سرعة في اتجاه الأمام والخلف تفقـد ولا يستفاد منهـا . ويتكون هـذا الجهـاز من عضوين دوارين أفقين يـطردان مـادة السمـاد في كـلا من الاتجـاه

المستعرض والخارجي وبوابة تمنح مادة السماد سقوطاً حراً لملىء الجزء المركزي من شريحة التسميد . وقد أجريت التجارب الابتدائية على سرعة ١٦٠ كيلومتر / الساعة [ ١٠٠ ميل / الساعة ] وارتفاع ١٨ متر [ ٦٠ قدم ] واستعمل السوبرفوسفات الحبيبي بمعدل ٣٣٥ كيلوجرام / هكتار [ ٣٠٠ رطل / أيكر ] . وكان نمط التوزيع الناتج بعرض حوالي ٢٤ متراً [ ٨٠ قدم ] مما يدل على أنه يمكن الحصول على انتظام جيد للتوزيع بعرض فعال لشريحة التسميد حتى ١٧,٧ متراً [ ٥٨ قدم ][٢٨] .

وتستعمل الطائرات العمودية إلى مدى محدود للتسميد ونشر البذور في المساحات الغير ملائمة لعمليات الطيران ذي الأجنحة مثل الأراضي الجبلية البعيدة عن الممرات المناسبة للإقلاع أو الهبوط. وتكلفة التشغيل في الساعة تكون أكبر في حدود مرتين إلى ثلاث أضعاف من تكلفة الطائرات العادية. ولكن الإنتاجية تكون أيضاً أكبر وذلك نظراً لقصر مشوار الإقلاع، قلة زمن الدورانات، وقلة زمن التحميل[٢٧]. وتعطي ناثرات الطرد المركزي نتائج جيدة عند استخدامها على الطائرات العمودية[٣، ٤].

ويوجد لبعض الطائرات العمودية خزانين جانبيين كل منهما يسع من ١٣٥ إلى ٢٢٥ كيلوجرام [٢٠٠ إلى ٥٠٠ رطل] من السماد. وقد أخذ نظام بديل في الانتشار وهو يتكون من خزان وموزع يدار إما عن طريق التحكم من بعد لتشغيل محرك صغير لهذا الموزع بواسطة موتور هيدروليكي يدار عن طريق خراطيم سريعة الفصل توصل إلى الجهاز الهيدروليكي للطائرة العمودية. ويتم إغلاق الوحدة عن طريق خطاف ونظام حبال تحت الطائرة العمودية. وإذا ما استعمل النظام ذو الوحدتين فإن الوحدة الفارغة سريعاً ما يمكن تبديلها بالأخرى المليئة في كل مرة.

# استعمال الأسمدة السائلة في الأراضي

## ١٢ ـ ١٢ السوائل غير المضغوطة:

يمكن استعمال السوائل غير المضغوطة (معرفة في قسم ١٢ ـ ٢) وإضافتها إلى سطح التربة مباشرة كما في حالة المراعي. واستعمالات النثر يمكن أن تتم بمعدات الرش المشابهة لتلك التي تستعمل لرش مبيدات الآفات. وتستخدم في الخزانات مواد الخزانات مثل الصلب الطري والصلب المقاوم للصدأ والألومنيوم والألياف الزجاجية حيث يتأثر اختيار إحداها بنوع السماد المتداول. ونطاق استعمال السوائل غير المضغوطة يكون في بعض الأوقات أثناء عمليات زراعة محاصيل الصفوف أو بعد الزراعة حيث تضاف على جوانب الصفوف بدلاً من استعمال الأسمدة الجافة. وتتوافر في تركيبات خاصة لاستعمال الأسمدة السائلة غير المضغوطة، وهي عادة تحتوي على خزان من الألياف الزجاجية يزود لكل صنفين. وتكون فجاجات الأخاديد مشابهة لتلك المستعملة مع الأسمدة الجافة فيما عدا أن الفجاجات لها أنبوبة صغيرة لتصريف السماد السائل إلى قاع الأخدود.

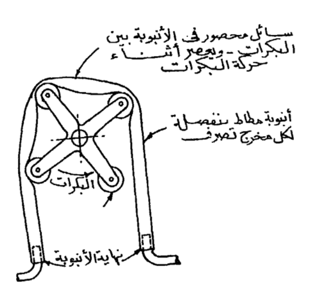
ويعتبر الانسياب بالجاذبية هو أبسط أنظمة تلقيم السوائل الغير مضغوطة خلال فتحات ثابتة. والتركيبات التي تزود بها آلات زراعة محاصيل الصفوف والتي يستخدم فيها هذا النظام لها وحدة تلقيم تحتوي على مصفاة ترسيب،

أحادية أو ثنائية الأقراص بها فتحات ذات أحجام مختلفة وصمام إيقاف سريع. ويؤثر تغيير ارتفاع السائل في الخزان تأثيراً ملحوظاً على تغير معدل التصرف ما لم يكن مستوى ارتفاع الخزان كبيراً بالنسبة لعمق السائل فيه. أو يستعمل ماسورة لدخول هواء قرب قاع الخزان حيث يسمح بمرور الهواء من خلال أنبوبة ليصل إلى قرب القاع. ويمثل ارتفاع نهاية القاع عن فتحة التصرف ضاغط السائل الذي يعطي التصرف. ويمكن أن توصل هذه الأنبوبة بغطاء الملء. ويتناسب معدل التصرف للهكتار عكسياً مع السرعة الأمامية وذلك عند ثبات مقاس فتحة التصرف وضاغط السائل.

وتستعمل طلمبة تلقيم من نوع مبسط مع العديد من السوائل غير المضغوطة تم تطويرها وهي تعرف عادة بالطلمبة الضاغطة أو (العاصرة). والنظام الأساسي لهذه الطلمبة مبين في شكل ١٢ ـ ١١. وتزود الوحدات بالعديد من الأنابيب التي قد تصل إلى ٢٠ أنبوبة حيث تخدم كل واحدة منها مخرجاً واحداً للسماد السائل. وعند الضغوط المنخفضة كضاغط الجاذبية على الطلمبة ـ تميل هذه الوحدة لإعطاء إزاحة موجبة. وحيث إنها تدار عن طريق عجلة الأرض فإن حجم السائل من كل أنبوبة يتناسب مع السرعة الأمامية. ويتم ضبط معدل الاستعمال بتغير نسبة السرعة بين بكرة الطلمبة وعجلة الأرض.

### ١٢ ـ ١٣ الأمونيا السائلة والسوائل ذات الضغط المنخفض:

عند استعمال الأمونيا السائلة أو محلول الأمونيا أو أي من الأسمدة السائلة الأخرى ذات الضغط المنخفض يصبح من الضروري أن يتم حقن هذه السوائل في أخاديد ضيقة وعلى عمق يتراوح من ١٠ إلى ١٥ سنتيمتراً [٤ إلى ٦ بوصة] على الأقل، ويتم تغطيتها مباشرة لمنع تسرب أو هروب الأمونيا. ويبين شكل ١٢ ـ ١٢ أحد أنماط الأسلحة التي تستخدم لحقن السوائل في التربة.




**شكل ١٢ - ١١ : طلمبة تلقيم بسيطة للسوائل الغير مضغوطة .**



**شكل ١٢ - ١٢ : سلاح خاص لاستعمال الأمونيا السائلة .**

وينصرف السائل من خلال ثقوب على جوانب أنبوبة التوصيل قرب نهايتها . ومن المهم أن تكون التربة في هذه الحالة مفككة وبها قدر مناسب من الرطوبة وذلك ليتم الإحكام الجيد وادمصاص الأمونيا على أسطح حبيبات التربة . وفي بعض الأحيان تستعمل العجلات الضاغطة أو وسائل التغطية المختلفة مباشرة خلف أسلحة حقن السوائل .

وبما أن تحرر الأمونيا السائلة وبالتالي تبخرها هو في الحقيقة عملية تبريد للتربة فإنه من المهم أن يتم تصميم الأسلحة وفجاجات الأخاديد بحيث لا تبرد بالقدر الذي ينتج عنه بناء طبقات ثلجية أو تراكم التربة عليها . ولإتمام غلق الأخاديد يجب على الأسلحة أن تترك التربة لتسقط بحرية وسهولة حول هذه الأخاديد ، كما قد تزود الأسلحة ببايات لحمايتها عند مقابلتها لأي عارض أثناء تحركها في التربة .

وتتوفر الأنواع المقطورة والمحمولة بالتعليق على الجرار من هذه

الآليات، وهي تصلح لاستعمال السوائل المضغوطة. ويتراوح حجم الخزان من ٠,٢٣ إلى ٠,٣٨ متراً مكعباً [١٠٠٠ جالون] أو أكثر للآلات المقطورات والتي تسحب خلف مناولات الأمونيا. ويمكن الاستفادة من الضغط الناتج عن بخار الأمونيا السائلة في الخزان للحصول على تصرف السائل خلال صمام منظم للضغط وفتحات السوائل إلى التربة ولكن يجب الحفاظ على سرعة أمامية ثابتة.

كما تستعمل أيضاً طلمبات ذات مكابس متغيرة المشوار وتدار عن طريق عجلة الأرض.. وذلك لضبط توصيل الأمونيا السائلة. ويتم التحكم في معدل التصرف بتغير المشوار ليتناسب مع السرعة الأمامية. وتنساب الأمونيا السائلة من الخزان خلال معدل حراري صغير يتم فيه تبريد السائل لتكثيف أي فقاعات غازية والتي يتكثف المزيد منها خلال الطلمبة حيث تبرد أكثر بفعل التبخر للجزء المصاحب للنقص في الضغط ثم ترجع إلى المعدل الحراري لتبريد السائل الداخل إليه ثم إلى مشعب وفي النهاية إلى أنابيب التوصيل المختلفة. ويعطي هذا النوع من الطلمبات أداءاً ممتازاً ولكنه مكلف.

وعادة يمكن دفع المحاليل ذات الضغط المنخفض خلال اختناقات في شعب التوزيع. ويتم التحكم في المعدل أساساً عن طريق الضغط والسرعة الأمامية. وتستعمل أنواع مختلفة عديدة من الطلمبات والتي تشمل الطاردة المركزية، الترسية، ذات الأقراص، ذات المكابس وأنواع أخرى. وتستعمل أحياناً ضاغطات الهواء لضغط الخزان من خلال منظم للضغط. والطلمبات ذات المكابس والمتغيرة المشوار والمصممة للأمونيا السائلة تناسب أيضاً استعمالات المحاليل ذات الضغط المنخفض.

# استعمال مبيدات الآفات الحبيبية

## ١٢ ـ ١٤ طرق استعمال مبيدات الآفات في التربة:

تستعمل مبيدات الحشائش بكثرة بإضافتها إلى التربة قبل الزراعة أو قبل ظهور البادرات في شكل شرائح بعرض من ١٨ إلى ٣٦ سنتيمتراً [٧ إلى ١٤ بوصة] وذلك بالنسبة لعديد من محاصيل الصفوف. وقد تستعمل مبيدات الحشائش قبل الزراعة في عملية منفصلة أو في شكل عملية معالجة متحدة مع الزراعة حيث تسبق وحدات التسميد مباشرة وحدات الزراعة.. واستعمالات مبيدات الحشائش لما قبل ظهور البادرات (بعد الزراعة ولكن قبل ظهور البادرات) عادة ما تجري مرتبطة بعملية الزراعة، بعد تغطية البذور. وغالباً ما تستعمل مبيدات الحشرات أثناء عملية الزراعة حيث يوضع المبيد مع البذور في الأخاديد. كما توضع في بعض الأحيان المبيدات الفطرية في أخدود البذور.

وقد تضاف مبيدات الآفات إلى التربة إما في صورة سائلة أو مشربة على مادة حاملة في صورة حبيبات. وتصنع إحدى المواد الحاملة من الأتابولجيت Attapulgite وهو الخامل كيميائياً، ولكنه يتميز بخاصية الامتصاص الطبيعي. ومقاس الحجم العادي منها يتراوح بين ١,١٩ إلى ٠,٢٥ مليمتر[٠,٠٤٦٩ إلى ٠,٧٧٩٨ بوصة ] .

وهنالك أنواع أخرى من المواد الخاملة مثل الباليجور سكايت

Palygorakite المـايكـا Mica، البنتــونيت bentonite، البيـروليت Perolite والتبغ[٨]. وتضاف السوائل باستخدام معدات الرش العادية (الباب الثالث عشر). بينما تضاف المواد الحبيبية بوسائل تلقيم خاصة وناثرات، وهي سوف تنـاقش في الأقسام التالية.

والصـور الحبيبية لمبيـدات الآفات تلغي الاحتيـاج لنقل المـاء والخلط المطلوب لاستعمالات الرش، كما أن الانجراف لا يمثل مشكلة لاستعمالها. ومعدات الاستعمال تكون أقل تكلفة وأقل مشاكل ولكن المواد الحبيبية تكـون أكثر تكلفة عن السوائل. واستعمالات مبيدات الآفات الحبيبية تميل إلى طول البقاء في التربة عن السوائل. ويمثل ضعف انتظام التصرف على طول الصف وعـدم انتظام التـوزيع المستعـرض لمبيدات الحشـائش مشكلة مع المبيـدات الحبيبية. كما أنه يجب إعادة معـايرة وسـائل التلقيم لكـل مادة معينـة وتحت ظـروف التشغيل المختلفـة. بينما يمكن تحـديد معـدلات الرش من تقنينـات البشابير والضغوط.

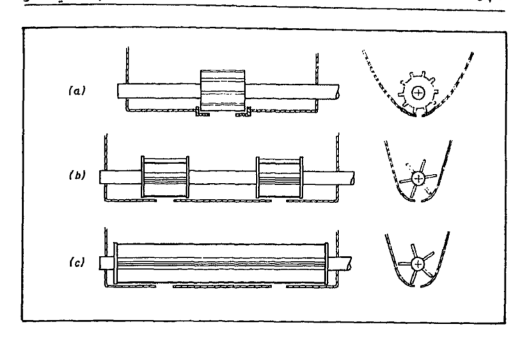
إن خلط مادة المبيد بانتظام مع الطبقة السطحية للتربة وفي حدود بعض السنتيمترات يحسن من الاعتماد على المبيد وثبوت النتائج المتوقعة منه، وهذا خاصة في حالة بعض مبيدات الحشائش وتحت بعض الظروف للتربة. ونظرياً فإن إدماج أو خلط المبيد مع التربة يمكن أن يتم إما قبل أو بعد الزراعة. ويعتبر عمق وضع البذور هو العامل المحدد لعملية الإدموج خلف آلة الزراعـة وذلك لأن عملية الخلط لا يجب أن تؤثر على مكان البذرة. ويجري عادة دمج وخلط للمبيد قبل الزراعة على أعماق أكبر قليلاً من عمق الزراعة. وإذا كان عمق أو عرض الشريحة أكبر من ما هو مطلوب فيجب تقليل تركيز مبيد الحشائش في هذه الحالة. وإذا تم الخلط في طبقة سطحية رقيقـة فإن الحشـائش قد تنمـو تحت الطبقة المعالجة وتعيش.

إن انتظام خلط الكيماويات في المنطقة المرغوب فيها ودمجها مع التربة يعتبر مهماً لمعظم النتائج الفعالة. وتستعمل في بعض الأحيان تركيبات تدار عن طريق عجل الأرض مثل العزاقات الدورانية والعجلات المسننة حيث إنها أعطت نتائج مرضية في الأراضي الخفيفة والمعدة جيداً. وتعطي المحاريث الدورانية خلطاً أكثر انتظاماً وخاصة في الأراضي الثقيلة. إن معظم الوسائل التي تدار عن طريق عجلة الأرض غالباً ما تترك معظم الكيماويات في الطبقة السطحية وفي حدود ٢٥ ملليمتر [١ بوصة]. . ولا يصل الخلط إلى حتى نصف عمق التقليب. وسوف تناقش خصائص الخلط لألياف الحرث بتفصيل أكثر في قسم ٩ ـ ١١.

**١٢ ـ ١٥ وسائل تلقيم مبيدات الآفات الحبيبية:**

إن المعدلات المستعملة لمبيدات الآفات هي نسبياً منخفضة حيث يتراوح عادة بين ٣ إلى ٥٥ كيلوجرام/هكتار [٣ إلى ٥٠ رطل/أيكر] وإن أجهزة التلقيم على معظم آلات مبيدات الآفات الحبيبية تحتوي على عجلة مموجة أو ريش تدار عن طريق عجلة الأرض، وتوجد فوق فتحة تصرف يمكن ضبطها (شكل ١٢ ـ ١٣) ويكون للخزانات التي تستعمل مع محاصيل الصفوف من ٢ إلى ٤ فتحة حيث يستعمل تصرف كل واحدة بمفردة أو قد يستعمل مجتمعاً. ويقارب الجزء الدوار قاع الخزان وبذلك يسمح بوقف إيجابي للتصرف عند عدم دوران الجزء الدوار. إن هذا الفعل المحكم يعزل تصرف الفتحات من تأثير ارتفاع المبيد في الخزان أثناء التشغيل. وقد وجد عدد من الباحثين[٥]،[١٦] إن عمق المادة في الخزان له تأثير بسيط على معدل التصرف طالما أن الجزء الدوار مغطى بالمادة.

إن معدل التصرف يجب أن يتناسب مع سرعة العمود الدوار وبذلك فإن المعدل لكل هكتار لا يتأثر بالسرعة الأمامية. ومع ذلك فإنه قد بينت التجارب




شكل ١٢ ـ ١٣ : ثلاثة أنواع من أجهزة تلقيم مبيدات الآفات الحبيبية .
أ ـ عجلة مموجة
ب ـ عجلة دوارة ذات ريش فوق كل فتحة .
جـ ـ عمود دوار ذو ريش بطول قاعدة الخزان .

أن تأثير السرعة على معدل التصرف يكون متغيراً ومعتمداً على نوع الجزء الدوار وحجم حبيبات المبيد وبعض العوامل الأخرى. وقد تكون القوى الطاردة المركزية عاملاً في كل من مقاومة ملء المسافات بين الريش أو التموجات وفي المساعدة في التفريغ. ويؤثر العمق القطري على الزمن اللازم للتفريغ حيث إن الجاذبية تكون عاملاً هاماً. وقد يقل تماماً الانسياب عند انخفاض سرعة العمود الدوار إلى حدٍّ بطيء. بينما إذا أصبحت السرعة عالية جداً فقد يحدث طحن وتفتيت للحبيبات. وتتراوح السرعة الموصى بها لجهاز التلقيم من النوع ذي الريش عادة بين ٧ إلى ٢٠ لفة/دقيقة. وقد تدور العجلات المموجة على سرعات أعلى قليلاً من ٢٠ لفة/دقيقة.

وقد بينت بعض الاختبارات على جهاز التلقيم ذي الريش أن هناك نقصاً في معدل التصرف بزيادة سرعة دوران عمود جهاز التلقيم[٥، ٨] . وفي

الاختبارات على نفس النوعية من أجهزة التلقيم بينت النتائج زيادة متوسطة ( ولكنها ليست متناسبة مع السرعة )[٢،١٦] . وفي اختبارات على حبيبات مختلفة الأحجام وجد أن المعدل يميل للزيادة مع السرعة للحبيبات الكبيرة وينقص بزيادة السرعة عند صغر الحبيبات[٨].

وعند اختبار العجلة المموجة والموجودة في شكل ١٢ ـ ١٣ فقد وجد أن معدل التصرف متناسب تقريباً مع السرعة بين ٥ ، ١٥ لفة/دقيقة ولكن لم يوجد أي تغيير بين ٢٥، ٥٠ لفة/دقيقة[٢].

وقد سجلت نتائج لإحدى الوحدات التجارية التي أنتجت في انكلترا ووجد أن معدل التصرف فيها كان مقارباً ومتناسباً لسرعة الوحدات الدوارة وخلال مدى التشغيل[١٦]. وقد كان جهاز التلقيم من النوع ذي التغذية الجبرية وبعجلة مموجة ومشابهة للعجلات المموجة لتلقيم البذور (شكل ١٠ ـ ١٠) فيما عدا إن معدل التصرف كان يتم التحكم فيه أساساً بتغير نسبة السرعة بين العمود الدوار وعجلات الأرض. وقد تم تغيير ثلاث عجلات كان قطرها ١٣، ١٩، ٢٥ مليمتر [$\frac{١}{٢}$، $\frac{٣}{٤}$ و ١ بوصة]، وقد استطاع هولنزي وجنكل تطوير جهاز تلقيم ذو قرص حلزوني خاص لينتج معدل تصرف متناسب مع السرعة.

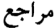
وقد بينت بعض الاختبارات على جهاز التلقيم ذي الريش أن معدل التصرف له يتغير بصفة دورية تناظر تردد الريش المارة على فتحة التصرف. وفي جهاز تلقيم ذي ٦ ريش يدور بسرعة ١٢,٥ لفة/دقيقة وسرعة أمامية ٤,٨٣ كيلومتر/الساعة [٣ ميل/الساعة]، كان طول الدورة حوالي ١,٠٧ متر [٤٢ بوصة] على طول الصف. وفي تزايدات طولية على الصف بمقدار ٧٦ مليمتراً إلى ١٢٧ مليمتراً[ ٣ بوصة إلى ٥ بوصة] سجل بعض الباحثين [١٠]، [١٢]، [١٦]، [٢٢] نسباً بين أقصى وأدنى معدلات دورية . . تراوحت من ٢ : ١ إلى ٥ : ١. وقد زادت التغيرات الدورية بإحداث اصطداماً ماثل العمليات الحقلية[١٠] وأصبحت أكثر وضوحاً عند زيادة فتحة

التصرف[١٢]. إن عمود التلقيم ذو العجلة المموجة من النوع المبين في شكل ١٢ ـ ١٣ أ والذي تعتبر فيه الإزاحة لكل تموج صغيرة، تكون التغيرات الدورية فيه صغيرة عن الوحدات ذات الريش.

**١٢ ـ ١٦ التوزيع الجانبي لمبيدات الحشائش الحبيبية :**

إن الآليات العادية التي تستعمل لنشر المبيدات يكون لها توزيعاً جانبياً عبر الشرائح المعاملة بمبيد الحشائش (عادة بعرض ١٨ إلى ٣٦ سنتيمتر [٧ إلى ٢٤ بوصة]، وذلك ناتج من استعمال الناثرات المروحية الشكل أو الناشرات. ويحدث التشتت الجانبي للمبيد بفعل مقسمات على شكل غربالي أو ألواح توجيه أو أي وسائل أخرى مع الناثرة المروحية. فبعض الآليات تستعمل مروحتين تتم تغذيتهما من فتحات تصرف منفصلة لتغطي عرضاً قدره من ٣٠ إلى ٣٦ سنتيمتراً [١٢ إلى ١٤ بوصة]، والبعض له مروحة واحدة فقط. والتوزيع الجانبي للوسائل المتاحة حالياً يعتبر رديئاً. فقد أشارت النتائج والاختبارات المعملية[١٦][٢٢]، إلى عدم انتظام أنماط التوزيع، وينسب بين أقصى وأدنى معدلات تصرف لتزايدات في العرض قدرها ٢٥ مليمتر [١ بوصة] حيث تراوحت من ٢ : ١ إلى ٥ : ١ (إلا أن جهاز التلقيم ذا القرص الحلزوني والذي أشير إليه بالقسم السابق وجد أنه ينتج توزيعاً جانبياً منتظماً نسبياً)[١٢].

وعند إضافة هذه التغيرات الجانبية للمعدات الحالية إلى التغيرات التي تحدث طولياً في اتجاه السير فيكون متوقعاً أن تصبح التغيرات الكلية كبيرة جداً. فبالرغم من الرغبة الشديدة في الحصول على توزيع منتظم إلا أن مقدار التفاوت المسموح به وتأثير التغيرات العشوائية لم تقنن بعد. ومع ذلك فإنه من المشكوك فيه أن يمكن تقليل معدلات الاستعمال حتى يمكن أن تقل تبعاً لذلك التكاليف ومشاكل الآثار المتبقية عن هذه المبيدات، وهذا إذا ما أمكن التوصل إلى توزيع منتظم لتلك المواد.



1 - ADAMS, J.R. and M.S. ANDERSON. Liquid nitrogen fertilizers for direct application, USDA Agriculture Handbook, 198, 1961.

2 - BECKER, C.F., and G.L. COSTEL. Metering and distributing granular carries for pesticides. ASAE Paper 62 - 609 ,Dec., 1962.

3 - BRAZELTON, R.W., N.B. AKESSON. and W.E. YATES. Dry materials distribution by aircraft. Trans. ASAE, 11(5):635 - 641, 1968.

4 - BRAZELTON, R.W., K. C.LEE, S.ROY, and N.B. AKESSON. New concepts in aircraft granular application. ASAE Paper 70 - 657, Dec.. 1970.

5 - CORLEY, T.E. Performance of granular herbicide applicators for weed control in cotton. Trans. ASAE, 7(4):391 - 395, 1964.

6 - CUNNINGHAM, F.M. Performance characteristics of bulk spreaders for granular fertilizers. Trans. ASAE, 6(2):108 - 114, 1963.

7 - CUNNINGHAM, F. M., and E.Y. S. CHAO. Design relationships for centrifugal fertilizer distributors. Trans. ASAE, 10(1):91 - 95, 1967.

8 - GEBHARDT, M.R.C.L. DAY, and K.A. READ. Metering characteristics of granular herbicides. Trans . ASAE, 12(2):187 - 189, 194, 1969.

9 - GLOVER, J.W., and J.V.BAIRD. The performance of spinner type fertilizer spreaders. Trans. ASAE, 16(1):48 - 51, 1973.

10 - GUNKEL, W.W., and A.HOSOKAWA. Laboratory device for measuring performance of granular pesticide applicators. Trans. ASAE,, 7(1):1 - 5, 1964.

11 - HARGETT, N.L. Fertilizer summery data - 1970. National Fertilizer Development Center, Tennessee Valley Authority. Muscle Shoals, Ala.

12 - HOLSHEI, D. E., and W.W. GUNKEL. Design and development of new granular applicators. Trans. ASAE, 10(2):182 - 184, 187, 1967.

13 - HULBURT, W. C., H. J. RETZER, C. M. HANSEN, and L.S. ROBERTSON. Performance tests of commercial seed - fertilizer openers for drills and development of a new side placement opener. Proc. 38th. Annual Meeting of the Council on Fertilizer Application, PP. 97 - 103, 1962.

14 - INNS, F.M. , and A.R. REECE. The theory of the centrifugal distributor II:Motion on the disc, Off - centre feed, J. Agr. Eng. Res. 7:345 - 353, 1962.

15 - LEE, J.H.A., and E.A. KARKANIS. Effect of ground speed and type of fertilizer on metering accuracy. Trans. ASAE, 8(4):491 - 492, 496. 1965.

16 - LINDSAY, R.T., and O.D. HALE. Applicators for granular insecticide and herbicide carrier materials. J.Agr. Eng. Res., 8:231 - 236, 1963.

17 - MARTIN, J.H., and W.H.LEONARD. Principles of field Crop Production, 2 nd Edition, Chap. 6. The Macmillian Co. New York. 1967.

18 - MEHRING, A.L. , and G.A. CUMINGS. Factors affecting the mechanical application of fertilizers to the soil. USDA Tech. Bull. 192, 1930.

19 - MENNEL, R.M., and A.R.REECE. The theory of the centrifugal distributor. III: Particle trajectories. J. Agr. Eng. Res., 8:78 - 84. 1963.

20 - Methods of applying fertilizer. Recommendations of the National Joint Committee on Fertilizer Application. National Plant Food Institute. Washington, D.C., 1958.

21 - NELSON, G.S. Aerial application of granular fertilizer and rice and lespedeza seed Arkansas Agr. Expt. Sta. Bull. 671,1963.

22 - PRICE. D.R., and W.W. GUNKEL. Measuring distribution patterns of granular applicators. Trans. ASAE, 8(3):423 - 425, 1965.

23 - REED, W. B., and E. WACKER. Determining distribution pattern of dry - fertilizer applicators, W.B., ASAE, 13(1):85 - 89,1970.

24 - REINTS, R.E., Jr., and R.R. YOERGER. Trajectories of seeds and granular fertilizers. Trans . ASAE, 10(2):213 - 216, 1967.

25 - SHAFFER, T.F., Jr. The use of corrosion - resistant steels for agricultural chemicals. Trans. ASAE, 7(4):439 - 443, 447, 1964.

26 - SOUTHWELL, P. H., and J. SAMUEL. Accuracy of fertilizer metering by full - width machines. Trans. ASAE, 10(1):62 - 65, 1967.

27 - STANGEL. P.J. Aerial fertilization in the Appalachian region. Proc. 40th Annual Meeting of the Council on Fertillizer Application. PP. 20 - 35, 1964.

28 - YATES, W.E.,J. STEPHENSON, K. LEE. and N.B. AKASSON. Dispersal of granular materials in the wake of agricultural aircraft. Trans. ASAE, 16(4):609 - 614, 1973.

# مسائـــل

١٢ ـ ١ : وحدة تسميد تقوم بعمل شريحتين من السماد لكل صف من محصول صفوف يزرع على مسافات ١ متر بين الصفوف. يراد تسميد المحصول بسماد له كثافة نوعية مقدارها ٠,٨٥ وبمعدل ٥٦٠ كيلوجرام/هكتار. فإذا تم معايرة الموزعات بتحريك الآلة للأمام ولمسافة ٣٠ متراً. احسب كتلة السماد التي يجب جمعها من كل أنبوبة تصرف إذا كانت الموزعات مضبوطة.

١٢ ـ ٢ : موزع سماد سائل يعمل تحت تأثير الجاذبية خلال فتحات تصرف ثابتة. فإذا كان خزان السماد ذو تهوية قمية وبعمق ٤٦٠ مليمتراً. وقاع الخزان يقع على ارتفاع مقداره ٦١٠ مليمتراً فوق سطح الأرض ونهايات أنابيب التوصيل تقع تحت سطح الأرض بمقدار ٧٥ مليمتر. فإذا كانت رؤوس وحدات التلقيم (وتشمل فتحات التصرف) تقع تحت الخزان مباشرة. ولكن أنابيب التوصيل صغيرة بالقدر الذي تصبح فيه ممتلئة بالسائل بين فتحة التصرف ونهايتها (وبالتالي تنتج ضاغطاً سالباً على فتحات التصرف).

أ ـ احسب النسبة بين معدلات التصرف في حالة امتلاء الخزان كاملاً وعندما يتبقى فيه السائل بارتفاع مقداره ٢٥ مليمتر فقط.

ب ـ اذكر ثلاث تغيرات محتملة في هذا النظام والتي يمكن أن تقلل الاختلافات في معدلات التصرف.

# الباب الثالث عشر
# الرش والتعفير

# الباب الثالث عشر
# الرش والتعفير

## ١٣ - ١ مقدمـــة:

لقد لعبت مبيدات الآفات دوراً رئيسياً، وسوف يستمر هـذا الدور، في التقدم السريع في الإنتاج الزراعي. فقد تحسنت جودة وكمية المحصول وكان لاستعمال المبيدات الكيماوية للحشائش الأثر في تقليل متطلبات العمالـة في مقاومة الحشائش. ولكن كنتيجة للاستخدام الواسع الانتشار لمبيدات الآفات، ظهرت بعض المشاكل الخطيرة البيئية منها والصحية. وتلقى هـذه المشاكـل الاهتمام المباشر من كل من المستخدم لهذه المبيدات ومصمم الآليات.

فقد يؤدي انجراف المبيدات من المساحات المعالجة إلى ترسيب هـذه المبيدات، وهي قد تكون سامة على نباتات أخرى مجاورة قد تكون مخصصة للاستهلاك الآدمي أو الحيواني. فبعض المبيدات الكيماوية للحشرات قد تكون عالقة بالنباتات التي تأكلها الأبقار. . ومن ثم تتركز في دهن ولبن تلك الأبقار، الأمر الذي يشكل خطورة على الإنسان عند استهلاكه لمنتجاتها[٢٨]. فانجراف مبيدات الآفات قوية الفـاعلية مثـل 2,4 - D قد يضر بالمحـاصيل الحسـاسة المجاورة. وتظهر مشكلة الانجراف بوضوح في عمليات الرش بـالطائـرات، ولكنها أيضاً ملحوظة في عمليات التعفير والرش بالآليات الأرضية.

والأثـر المتبقي للمبيدات يصـل إلى البيئة العـامة للنبـاتـات عن طـريق

الانتقال من الحقول التي تم علاجها من خلال الماء الأرضي أو الماء الجاري السطحي أو من خلال التقاط الرياح للمبيدات. فبعض المبيدات تتحلل بمعدل منخفض تحت الظروف العادية. وتراكم الكيماويات وخاصة الهيدروكربونات الكلورية مثل DDT كان سبباً في إتلاف بعض النباتات البرية وأصناف من الأسماك. وفي بعض الحالات سببت المبيدات الحشرية نوعاً من عدم الاتزان البيئي، حيث قضت على بعض الحيوانات الضارة والطفيليات وملقحات المحاصيل ، وأدت إلى نشوء أنواع من الحشرات لها مقاومة للمبيد وبالتالي فما زلت هنالك حاجة لمقاومتها [٢٨] .

وبالرغم من وجود المشكلة لعدة سنوات، إلا أنه قد زاد الاهتمام والعناية بها منذ أوائل عام ١٩٦٠ ، وقد قامت الهيئات الحكومية بوضع مواصفات مسموحية للعديد من المبيدات الكيماوية تحدد الحد الأقصى المسموح به من المبيدات التي تبقى على بعض المحاصيل عند عرض هذه المحاصيل للبيع. كما منع استخدام بعض الكيماويات التي لها معدلات منخفضة لتحللها.

وقد زاد الاهتمام بتحسين الآليات والطرق المستخدمة في الرش لتزيد من فاعلية استخدام كميات أقل من الكيماويات ولتقليل الانجراف والأثر الضار المتبقي لهذه الكيماويات، ومن ثم تقليل المشاكل المرتبطة باستخدام مبيدات الآفات.

### ١٣ ـ ٢ أنواع الآليات واستخدامها:

تشتمل آلات مكافحة الآفات في الزراعة الحديثة على :

أ ـ رشاشات حقلية بحامل بشابير.

ب ـ رشاشات البساتين ذات الضغط العالي. ٢,٧٥ إلى ٥,٥ ميجا باسكال ـ [٤٠٠ إلى ٨٠٠ رطل/بوصة مربعة] .

جـ ـ الرشاشات المروحية والتي تستخدم تياراً هوائياً كحامل للمبيد.

د ـ طائرات الرش.

هـ ـ آلات توزيع المبيدات التي على صورة حبيبات.

د ـ العفارات الأرضية.

ز ـ طائرات التعفير . كما تستعمل رشاشات الأيروسولات ، والتي ترذذ السوائل بالوسائل الحرارية أو الميكانيكية ، في مقاومة البعوض وبعض عناصر نقل الأمراض الأخرى ولكن استخدامها في مقاومة الآفات في المجالات الزراعية .

**مجالات استعمال آلات الرش:**

١ ـ رش المبيدات الحشرية لمكافحة الحشرات على النباتات.

٢ ـ رش المبيدات الفطرية لمكافحة أمراض النبات.

٣ ـ رش مبيدات الحشائش لمكافحة الحشائش.

٤ ـ رش محاليل ما قبل الحصاد لتهيئة المحاصيل للحصاد بالآلات الميكانيكية ( باب ١٧ ، ١٩ ) .

٥ ـ رش الهرمونات ( منظمات النمو ) لتحسين عقد ثمار الفاكهة أو منع تساقطها المبكر .

٦ ـ رش المحاليل لخف أزهار الفاكهة .

٧ ـ رش محاليل تغذية على أوراق النباتات مباشرة (قسم ١٢ ـ ٢).

٨ ـ رش المواد الحيوية مثل الفيروسات والبكتيريا للتحكم في الآفات الحشرية .

ونظراً لسهولة انجراف مواد التعفير، علاوة على انخفاض الكفاءة الترسيبية لها عن الرش فإن معظم استعمالات مبيدات الآفات، بخلاف تلك التي تستعمل في صورة حبيبات ، تكون على صورة رش وهي عادة مستحلبات مائية أي محاليل مساحيق قابلة للبلل . وبالتالي فإن معظم المواد المرتبطة بهذا الباب . فهي محاليل رش ، واستعمال مبيدات الآفات الحبيبية في التربة قد نوقشت في الأقسام ١٢ ـ ١٤، ١٢ ـ ١٥، ١٢ ـ ١٦ .

وفي السنوات الأخيرة بدأ الاتجاه نحو تقليل معدلات استعمال المحاليل للهكتار وذلك باستخدام تركيزات عالية من المواد الفعالة أساساً لتقليل كمية الماء المستخدمة.

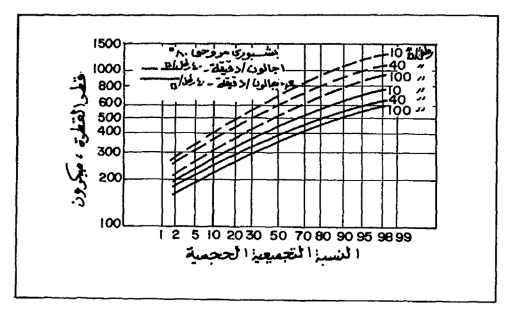
وازداد الاهتمام لما يسمى برش محاليل عالية التركيز (ULV) - Ultra Low Volume والذي يعرف باستعمال مبيدات الآفات السائلة غير المخففة (لا يضاف الماء إليها).. ومعدلات الاستعمال تكون في المدى بين ٩ لتر/هكتار (١ جالون/أيكر) إلى بعض مئات فقط من مليمتر/هكتار[١٥][٢٣]. فقد تمت مكافحة بعض الخنافس باستخدام المبيدات المركزة بالرش بالطائرات لمبيد المالاثيون على معدل منخفض في حدود ٠,٥٩ لتر/هكتار (٠,٠٦٣ جالون/أيكر)[٢٨]. واستخدام بعض المبيدات المركز مع الرشاشات المروحية قد أعطى نتائج ممتازة لمكافحة الحشرات في بساتين التفاح[١٥]. ويمثل الانجراف مشكلة خطيرة وذلك للدقة المطلوبة في تجزئته المبيدات إلى قطرات متناهية في الصغر لضمان توزيعها على الأسطح المراد علاجها، وهذا يحد من استخدام المبيدات المركز لتكون من مواد غير سامة عند استعمالها في مساحات كبيرة، وحيث لا يكون الانجراف مصدراً للخطر.

**١٣ - ٣ حجم قطرات الرش وتوزيعها :**

معظم وسائل تجزئة محاليل الرش تنتج مدى واسعاً ومتفاوتاً من أحجام قطرات الرش تحت مختلف الظروف . ويعتبر مدى حجم القطرات وتوزيعها وبعض القياسات المتوسطة للحجم من الأمور الهامة عند استعمال مبيدات الآفات . وتعطي الرسومات البيانية لتوزيع حجم القطرات طريقة ملائمة للمقارنة بين وسائل الترذيذ المختلفة والظروف المتباينة .

وتوقع النتائج عادة على ورق يعرف بورق الاحتمالات. ويمثل المحور الرأسي فيه قطر القطرات (عادة ما يكون اللوغاريتم أو الجذر التربيعي له) والمحور الأفقي يمثل النسبة التجميعية لعدد القطرات، قطر القطرات،

المساحة السطحية للقطرة، أو حجم القطرة، ويعتمد اختيار أي منها ليمثل على المحور الأفقي على البعد الأكثر أهمية تحت الاستخدام الخاص. وعادة تستخدم النسبة التجميعية لحجم القطرات للرشاشات الزراعية (شكل ١٣ ـ ١). وكثيراً ما تقدم أنواع عديدة من دوال التوزيعات للتعريف الرياضي بتوزيعات مقاس القطرات[٢٨] وفي بعض الأحيان تستعمل العلاقة بين القطر عند ١٥ ٪ من الحجم والقطر عند ٨٥ ٪ من الحجم.




شكل ١٣ ـ ١: توزيعات مقاس القطرات على أساس تجميع حجمي لنوعية من البشابير المروحية (Spraying systems Co[23]).

ويعبر عن مقاس القطرة المتوسط بواحد أو أكثر من الصور من الأقطار الوسيطية أو المتوسطة. والقطر الوسيط يقسم ناتج الرش إلى قسمين متساويين على أساس العدد، طول القطر، المساحة السطحية أو الحجم. فمثلاً القطر الوسيطي الحجمي (ق وح) Volume median diameter (VMD) يقسم مجال الرش إلى قسمين أو جزئين بحيث يكون الحجم الكلي لجميع القطرات الأصغر من الـ (ق وح) مساوياً للحجم الكلي لجميع القطرات الأكبر من

الـ (ق و ح). والقطر الوسيطي الكتلي (ق و ك) Mass median diameter (MMD) والـذي يستخـدم في بعض الحـالات بـدلاً من ( ق و ح ) فهـو يسـاوي عـددياً (ق و ح). والقيم الأكثـر شيوعـاً للرش الزراعي هي القـطر الـوسيـطي الحجمي أو الكتلي والقطر الوسيـطي العددي (ق و ع) ، Number median diameter (NMD) والقطر الوسيطي الحجمي لعينة معينة يكون أكبر من القطر الوسيطي العددي، وذلك لأنه يركز أكثر على القطرات الأكبر.

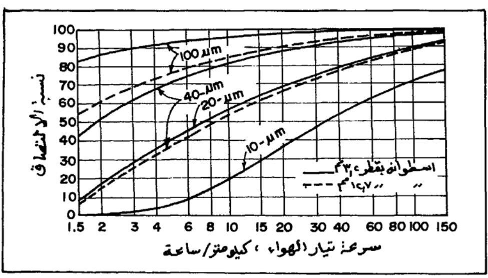
والأنواع المختلفة للأقطار المتوسطة تبنى على أساس المتوسط الحسابي للأقطار، المسـاحات السـطحية أو الحجـوم للقطرات الفـردية أو على نسب المجموع الكلي لأي اثنين من الثلاث قياسات السابقة (مثل الحجم/ المساحة السـطحية والتي هي المتـوسط النسبي (Sauter mean). وليس للتعفير تـأثير مباشر على مقاس الحبيبات فيما عدا تأثيره على تجمع أو تكتل الحبيبات أثناء الاستخدام. ولكن يمكن التحكم في المقاس المتوسط ومدى هذه المقاسات إلى حدٍّ ما عن طـريق التجهيز والإعـداد. ويحـدد تـوزيـع مقـاس الحبيبـات بمجموعة من الغرابيل ويعبر عن المتوسط غالباً بالقطر الوسطي العددي.

**١٣ ـ ٤ مقاس الحبيبات وعلاقته بالفاعلية والانجراف:**

لمقاس الحبيبات أهمية معنوية في علاقتها بالتخلل بين أفـرع النباتـات ومقدرة حمل الرش الهيدروليكي، وكفاءة التصاق الرش أو التعفير على أسطح النباتات وانتظام واكتمال تغطية أسطح النباتات المعالجة، وكفاءة القـطرة بعد ترسيبها على النبات، وأخيراً انجراف المواد خارجاً عن المساحات المعـاملة. فقد يكون التجزء لحبيبات كبيرة مناسباً للتحكم في الانجراف، بينما التغطيـة الكاملة لأسطح النباتات بقطرات أصغر قد تعطي تحكماً أكثر فاعلية بالمبيدات الفطرية، والمبيدات الحشرية والعديد من مبيدات الحشائش. ومع ذلـك فإن القطرات الكبيرة تعطي نتائج مرضية عند الرش بمبيد 2,4 - D. وعنـد الرش بمعدل معين فإن عدد القطرات يتناسب عكسياً مع مكعب القطر. وبذلك فإن

استخدام ١٠ لتر من المحلول للهكتار [٠,٠٧ جالون/إيكر] تعطي ١٩٠ قطرة لكل سنتيمتر مربع من مساحة الأرض من حبيبات كلها ذات قطر ١٠٠ ميكرون، ولكنها تعطي ١٥٢٠ قطرة ذات قطر ٥٠ ميكرون أو ٢٣٨٠٠ قطرة ذات قطر ٢٠ ميكرون.

ويكون مقاس الحبيبات مهماً في علاقة مقدرتها بالاصطدام والالتصاق بأسطح النباتات وخاصة عندما تحمل بتيار من الهواء. وتيار الهواء المحمل بحبيبات رش أو تعفير من عائق ما. فإن الحبيبات ذات المقاس المعين المعلقة أو المحملة في هذا التيار سوف تزال منه وتلتصق بالعائق، بينما الحبيبات الموجودة بخارج هذه المنطقة تتحول عن العائق. وتعرف كفاءة الالتصاق الديناميكي بأنها نسبة الواجهة الكلية من تيار الهواء المقترب (له نفس مساحة مقطع العائق) والتي تزال منها حبيبات ذات مقاس معين بعد مرورها على العائق[٦] فكفاءة الالتصاق ١٠٠ ٪ لمقاس معين من الحبيبات تعني أن تيار الهواء الذي مر خلال أوراق النباتات قد انتزعت منه جميع الحبيبات التي كانت متعلقة به من هذا المقاس وعلى مساحة مساوية فقط للمساحة الممثلة




شكل ١٣ ـ ٢ تأثير قطر القطرة وسرعة تيار الهواء على الالتصاق لمقاسين من العوائق. (F.A. Brooks[6]).

بالأوراق. وزيادة مقسا الحبيبات أو سرعة اقترابها تزيد من نسبة الالتصاق وذلك لزيادة كمية الحركة في هذه الحبيبات (شكل ١٢ ـ ٢). وتتغير أيضاً درجة الالتصاق عكسياً مع مقاس العائق. (المنحنيات ذات الخطوط المنقوطة في شكل ١٣ ـ ٢).

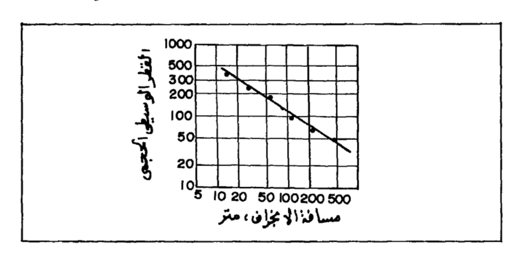
**١٣ ـ ٥: العوامل التي تؤثر على الانجراف:**

يلقي الانجراف عناية خاصة عندما يجب تجنب أو تقليل ترسب المواد السامة أو الضارة في بعض أو كل الحقول القريبة من المساحة المعالجة. والعوامل الأساسية التي تؤثر على الانجراف ثم التساقط من هذا الانجراف هي معدل ترسب الحبيبات، الارتفاع المبدئي للقطرات، والتأثيرات الأخرى للمعدات المستخدمة، سرعة واتجاه الريح، واتزان الظروف الجوية وبعض العوامل الجوية الأخرى. والعلاقات الجوية التي تؤثر على الانتقال الهوائي للرش أو التعفير، ومن ثم الترسب من الانجراف كثيرة وهي أيضاً خارج مجال هذا الباب. ومع ذلك فالمرجع رقم ٢٨ يحتوي على مناقشة شاملة للعوامل المختلفة التي تؤثر على الانجراف، بالإضافة إلى الاعتبارات التحليلية الرياضية لها والنتائج التجريبية.

ويمثل قطر القطرات أهم خاصية تؤثر على معدل تساقط الحبيبات من تيار الهواء أو المسافة المرتبطة بانجراف القطرات[٢٨]، فالقطرات الصغيرة تبقى عالقة في تيار الهواء وبطيئة عن القطرات الكبيرة وذلك لكبر قوى المقاومة الديناميكية الهوائية وعلاقتها بكتلة القطرة. فمثلاً المسافة النظرية لقطرة ماء عالقة في تيار هواء أثناء سقوطها لمسافة ٣ أمتار[١٠ قدم] عند سرعة أفقية منتظمة للهواء قدرها ٤,٨ كيلومتر/ الساعة [٣ ميل/ الساعة] تكون ١٥ متراً فقط [٥٠ قدم] إذا كان قطر القطرة ١٠٠ ميكرون، ولكن تقطع القطرة مسافة قدرها ١,٦ كيلومتر [١ ميل] إذا كان قطرها ١٠ ميكرون[٦]. وفي الواقع

العملي فإن الدوامات الجوية تتسبب في بقاء القطرات الصغيرة مثل تلك التي بقطر ١٠ ميكرون محملة لمسافة أطول مما حسب نظرياً، القطرات الصغيرة مثل تلك التي بقطر ١٠ ميكرون محملة لمسافة أطول مما حسب نظرياً، حيث حسبت تحت ظروف غير دوامية. ويبين شكل ١٣ ـ ٣ العلاقة بين القطر الوسطي الحجمي للحبيبات المترسبة ومسافة الانجراف لاختبار حقيقي بطائرة رش ذات الجناح الثابت.

ويقلل بخر الماء أو المواد الطيارة الأخرى من القطرات أثناء وجودها معلقة من حجم القطرة وبالتالي يؤثر عكسياً على كل من كفاءة الترسيب والانجراف. فالماء الموجود في خليط رش من الماء والمذيب يتم رشه من الطائرات عادة يتبخر في حوالي المائة متراً الأولى من مسافة الانجراف(٢٩) وتتبخر القطرات الصغيرة أسرع بكثير من القطرات الكبيرة. فعند رطوبة نسبية ٣٠٪ ودرجة حرارة ٢٥,٦ مئوية [٧٨ فهرنهيت] فإن الزمن النظري لقطرة ماء




شكل ١٣ ـ ٣: العلاقة بين مسافة ترسيبات القطرات المنجرفة والقطر الوسيطي الحجمي من رش على ارتفاع ١,٥ متر [٥ قدم] من طائرة ذات جناح ثابت. سرعة الرياح عند ارتفاع ٢,٤٤ متر [ ٨ قدم ] كانت ٧,٥ كيلومتر/ الساعة [ ٤,٥ ميل/ الساعة] ودرجة الحرارة بين ارتفاع ٢,٤٥ متر، ٩,٧٥ متر [٨ قدم، ٣٢ قدم] كانت ١,٢°م [٣,٧ درجة فهرنهيت].

(H.H.Coutts and W. E. Yates[10], and Personal communication).

قطرها ٤٠ ميكرون لتقل بمقدار ١٠ ٪ من حجمها الابتدائي هو ٠,٨ ثانية، و ٤,٢ ثانية و ٤,٢ ثانية لقطرة قطرها ١٠٠ ميكرون[٢٨].

ويقل الانجراف باستعمال وسائل ترذيذ لتنتج رشاً له أقطار وسيطة حجمية كبيرة. فمثلاً في اختبار أجري على طائرة رش وجد أن انجراف القطرات لمسافة ٣٠٥ متراً [١٠٠٠ قدم] قد تضاعف عندما كان (ق و ح) الناتج من البشابير قد نقص من ٤٢٠ ميكرون إلى ٢٩٠ ميكرون[٢٩]. فمع الأنواع العادية من البشابير وجد أن زيادة (ق و ح) يزيد من الأقطار وتوزيعاتها خلال المجال الكلي لأحجام القطرات، وبالتالي ينخفض عدد القطرات الصغيرة، ومع ذلك فإن زيادة حجم القطرات الكبيرة يقلل الكفاءة من حيث انتظام التغطية. وحيث إنه تفضل عادة القطرات الصغيرة من حيث انتظام التغطية والفاعلية. بينما تكون القطرات الكبيرة أحسن من حيث الانجراف، وبالتالي فإن الوضع الأمثل يكون بإنتاج رش له صفة انتظام لحجم القطرات، أو في مجال ضيق للاختلافات بينها.

ويتأثر الانجراف أيضاً بارتفاع حامل البشابير واتجاهه والدوامات الهوائية الناشئة من الآليات والتيارات الهوائية. وتخلق طائرات الرش والرشاشات المروحية قدراً كبيراً من الحركة الهوائية. بينما تعمل الرشاشات الهيدروليكية الأرضية على تقليل ارتفاع تصرف البشابير وتقليل الدوامات الهوائية، وكلاهما يعمل على تقليل الانجراف[١٢].

ويمثل الانجراف خطورة أكثر في حالة التعفير عنه في حالة الرش وذلك بسبب صغر حجم الحبيبات. فمعظم مساحيق التعفير التجارية لها قطر وسيطي عددي في حدود ١ إلى ١٠ ميكرون[٢٨]. ونظرياً فإن الحبيبة ذات القطر ١٠ ميكرون ووزن نوعي ٢,٥ قد تأخذ أكثر من ١٠٠ ثانية لتسكن بعد مسافة ٠,٩ متر [٣ قدم] بينما الحبيبة ذات القطر ١ ميكرون قد تتطلب أكثر من ٣ ساعات [٢٨].

وقد بينت الاختبارات أن أكثر من ٧٥ ٪ من مسحوق التعفير المستعمل عن طريق طائرات التعفير قد ينجرف من المساحات التي يتم معاملتها[٦].

### ١٣ - ٦: الشحن الالكتروستاتيكي لمساحيق التعفير والرش:

لقد اتجهت الأبحاث، ولعدد من السنين، نحو تطوير وتقييم آليات للشحن الالكتروستاتيكي لمساحيق مبيدات التعفير. ويوجد على الأقل نوعان من العفارات التجارية للشحن الالكتروستاتيكي لمساحيق التعفير وهما متوفران في الولايات المتحدة الأمريكية، ويوجد بعض الاستعمال لهذه العفارات في أوروبا[٢١]، كما استحدثت طرق للشحن الالكتروستاتيكي لقطرات الرش الصغيرة الناتجة من البشابير المخروطية المجوفة وبشابير الضغط في الستينات[٢٢].

والغرض الرئيسي من شحن الرش أو مسحوق التعفير، الكتروستاتيكياً، هو زيادة نسبة الالتصاق بأسطح النباتات. وعموماً فالقوى الالكتروستاتيكية ليس لها تأثير كبير على الحبيبات الكبيرة، ولا تؤثر أيضاً على مسار الحبيبات من الآلة إلى هدفها[٢٨]. ولكن إذا وصلت الحبيبة المشحونة إلى النبات أو إلى المساحة المراد علاجها ولم يكن لديها القصور الذاتي الكافي لتسبب الارتطام فإن الشحن يزيد من إمكانية ترسيب الحبيبة على السطح. وقد حسن شحن مساحيق التعفير من عمليات التحكم في مقاومة الحشرات والأمراض على عدد من المحاصيل المختلفة[٩]. وقد ازداد ترسب والتصاق مساحيق التعفير المشحونة على نباتات القطن بنسب ٢ أو ٣ إلى واحد[٤]،[٢٢] وهذه الزيادة في كفاءة الالتصاق وخاصة للحبيبات الصغيرة تقلل من كمية الانجراف.

وتعتبر الرشاشات والعفارات ذات الحشن الالكتروستاتيكي أكثر تعقيداً وأغلى ثمناً من الآلات العادية. وأن عدداً من المشاكل العملية الخاصة بتصميماتها وفاعليتها على مدى واسع من الظروف الجوية لم يتم التغلب عليها بعد.

# وسائل الترذيذ

### ١٣ ـ ٧ أنواع وسائل الترذيذ:

عموماً يعتمد ترذيذ السوائل على واحدة أو أكثر من الأساسيات الآتية: ـ

١ ـ الضغط أو الترذيذ الهيدروليكي، والذي يعتمد على ضغط السائل في إعطاء الطاقة اللازمة للترذيذ. وينقطع غشاء تيار السائل الخارج من فتحة أو من بشبوري بفعل عدم الاتزان الكامن فيه، أو نتيجة لاصطدامه مع الجو الخارجي، أو بالاصطدام على سطح معدني أو من الاصطدام بتيار آخر من نفس السائل.

٢ ـ الترذيذ بفعل الهواء، وفيه يتم تجزؤ للسائل بواسطة تيار سريع جداً من الهواء. ويمكن أن يحدث هذا التجزؤ كلياً خارج البشبوري أو في خلال غرفة صغيرة عند فتحة خروج السائل.

٣ ـ الترذيذ بالطرد المركزي، وفيه يتم تغذية السائل على ضغط منخفض إلى مركز وحدة تدور على سرعة عالية مثل قرص أو قدح أو اسطوانة أو فرشاة. ونتيجة لقوة الطرد المركزي ينساب تيار من السائل نحو محيط الوحدة حيث يندفع إلى الخارج ويتكسر إلى قطرات صغيرة.

٤ ـ تجزؤ التدفق ذو السرعة المنخفضة، والذي فيه يتقطع السريان غير اللزج، الذي يكون على سرعة منخفضة بعد خروجه من فتحة صغيرة أو أنبوبة،

إلى مجموعة من القطرات كنتيجة لاضطراب السريان داخلياً أو خارجياً بالإضافة إلى تأثير الشد السطحي.

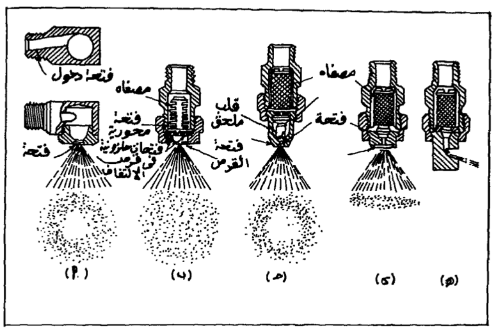
وسيتم مناقشة البشابير الهيدروليكية وتجزؤ التدفق ذو السرعة المنخفضة في قسمي ١٣ ـ ٨، ١٣ ـ ١٠. وتستعمل البشابير التي تعمل بضغط الهواء للترذيذ في بعض عمليات الرش الخاصة وذلك لصغر الرذاذ الناتج منها عند ضغوط منخفضة. وخطورة الانجراف لهذه القطرات المتناهية في الصغر تحد من استعمال هذا النوع من البشابير ويبقى استخدامه فقط مع المواد الغير سامة. وبعض آلات الرش المروحية الأوروبية تعمل على دفع السائل على ضغط منخفض في مسار تيار من الهواء معتمداً على الاحتكاك مع الهواء في أحداث الترذيذ[٨].

وتستعمل وسائل الترذيذ ذات الأقداح الدوارة على سرعات عالية إلى حدٍّ ما مع طائرات الرش. وهذه الأقداح تكون مغطاة بشبكة رفيعة من السلك. ويوجد على الأقل مصنعاً واحداً ينتج الرشاشات المروحية المزودة بهذه الوسيلة للترذيذ. ويمكن استعمال وسائل الترذيذ الدوارة في هواء ساكن، وعند معدلات منخفضة نسبياً من تصرف السائل لإنتاج قطرات منتظمة الحجم يمكن التحكم فيها وذلك للدراسات المعملية. ولكن عند استخدامها على طائرات الرش أو الرشاشات المروحية فإن الحركة السريعة لتيارات الهواء تؤثر على عملية الترذيذ، وينتج عنها قطرات متفاوتة الأحجام (شكل ١٣ ـ ٥)، والقطر الوسيطي الحجمي المتحصل عليه من المرذذات الدوارة المركبة على طائرات رش هي في المدى من ٥٠ إلى ١٣٥ ميكرون وهي أصغر نسبياً بمقارنتها بالبشابير الهيدروليكية المستخدمة عادة في الرش الزراعي.

### ١٣ ـ ٨ البشابير الهيدروليكية:

توجد خمسة أنواع من البشابير الهيدروليكية تستخدم مع الرشاشات كما هو موضح في شكل (١٣ ـ ٤). ويوجد نوع سادس هو بشابير مخروطية مجوفة

ذات قرص ومشابهة لتلك التي في شكل (١٣ ـ ٤ ب) فيما عدا أنه ألغيت منها الفتحة المحورية لقرص الالتفاف. وإزالة قرص الالتفاف من البشبوري المبين في شكل (١٣ ـ ٤ ب) ينتج نوعاً سابعاً يسمى بشبوري ذو تيار ممتلىء وهو غالباً ما يستخدم مع طائرات الرش.




شكل ١٣ ـ ٤ : خمس أنواع من البشابير المستخدمة مع الرشاشات:
أ ـ مخروطي أجوف بمدخل جانبي.
ب ـ مخروطي مصمت ذو قرص.
جـ ـ مخروطي أجوف ذو قلب ملحق به.
د ـ رش مروحي.
هـ ـ فيضي. إلغاء الفتحة المحورية في قرص الالتفاف في (ب) ينتج عنه بشبوري ذو ناتج رش مخروطي مجوف (هو أكثر استخداماً عن البشبوري المصمت). ونادراً ما تستخدم المصافي على البشابير الفياضة ذات الحجم الكبير.

وفي البشابير المخروطية المجوفة يتم تغذية السائل إلى غرفة التفاف من خلال ممرات جانبية مماسة لجدرانها أو من خلال ممرات حلزونية في قرص الالتفاف أو ممرات على قلب معدني ملحق بالبشبوري وذلك لإعطاء السائل

مركبات سرعة دورانية. وتوجد فتحة خروج السائل على محور غرفة الالتفاف ليخرج السائل في صورة غشاء مخروطي أجوف. ومن ثم يتجزأ إلى قطرات[١٩] وعادة ما يوجد أي من الترتيبات الثلاثة الموضحة في شكل (١٣ ـ ٤ أ، ب، جـ) لإعطاء توافيق مختلفة الحجم من وسائل التفاف وفتحة خروج السائل. ويوجد النوع ذو القلب الملحق به أساساً مع البشابير الصغيرة الحجم، وتستخدم فقط في حالات محدودة في الرش الزراعي. ويتشابه تركيب البشابير المخروطية الممتلئة مع البشابير المخروطية المجوفة فيما عدا إضافة فتحة محورية داخلية (شكل ١٣ ـ ٤)، يندفع منها تيار يتجزأ محورياً ليملأ الجزء الوسطي من المخروط المجوف.

والبشابير المروحية من النوع الموضح في شكل (١٣ ـ ٤د) لها فتحة على شكل قطع ناقص مكونة من تقاطع شق مفرز على سطح داخلي نصف كروي. ويخرج السائل على شكل صحيفة منبسطة مروحية حيث يتجزأ إلى قطرات[١٩]. وفي البشابير الفياضة (شكل ١٣ ـ ٤ هـ) يخرج السائل من خلال فتحة دائرية ليصطدم بسطح منحني لتوجيهه، وينتج عن ذلك صحيفة مروحية الشكل لها زاوية رش عريضة نسبياً عند ضغوط منخفضة في حدود ٧٠ كيلو باسكال (١٠ رطل/بوصة مربعة). وتستعمل البشابير الفياضة غالباً ومحورها رأسي كما هو موضح، ولكنها قد تعمل ومحورها أفقي (ناتج الرش يتجه إلى أسفل).

### ١٣ ـ ٩ معدلات تصرف البشابير الهيدروليكية وزوايا الرش:

تتواجد بشابير الرش المروحية والمخروطية المجوفة ذات القلب الملحق بها لتعطي تصرفاً للماء بمعدلات منخفضة مثل ٨٠ مليمتر/دقيقة عند ضغط ٢٧٥ كيلو باسكال [٠,٠٢ جالون/دقيقة عند ٤٠ رطل/بوصة مربعة]، ولكن مشكلة انسداد هذه البشابير الصغيرة تحد من استخدامها، والمقاسات

الصغيرة من البشابير المخروطية المجوفة ذات القرص والبشابير الفياضة تعطي تصرفاً قدره ٠,٤ لتر/دقيقة على ضغط ٢٧٥ كيلو باسكال [٠,١ جالون/دقيقة عند ٤٠ رطل/بوصة مربعة]. والمقاسات الكبيرة منها تعطي مدى من التصرف في حدود ٩,٥ إلى ١١ لتر/دقيقة عند ضغط ٢٧٥ كيلو باسكال (٢,٥ إلى ٣ جالون/دقيقة عند ٤٠ رطل/بوصة مربعة) وذلك للبشابير المخروطية المجوفة ذات القرص، وحتى ١١٥ لتر/دقيقة (٣٠ جالون في الدقيقة) للبشابير المروحية وقد تصل إلى أعلى من ذلك للبشابير الفياضة.

وعموماً يتناسب معدل التصرف لأي بشبوري مع الجذر التربيعي للضغط المستعمل. وللبشابير التي لها ممرات متماثلة هندسياً يتناسب معدل التصرف مع مساحة فتحة الخروج. ونظراً للانخفاض الشديد في الضغط نتيجة لمرور السائل في ممرات البشابير المخروطية المجوفة سواء من النوع ذي القلب الملحق أو ذي القرص فنجد أن معدل التصرف يزداد ببطء عن مساحة فتحة الخروج إذا لم تكبر فتحات الالتفاف بنفس النسبة. وفي بعض البشابير ينخفض الضغط خلال وسائل الالتفاف لدرجة ينعدم فيها تأثيره على التصرف.

والبشابير المروحية أو المخروطية المجوفة والمركبة على حامل بشابير في الرشاشات الحقلية يكون فيها زاوية رش تتراوح بين ٦٠ إلى ٩٥° (تشمل زاوية رأس المخروط أو المروحة). أما البشابير الفياضة المستخدمة في الرش الزراعي فلها زاوية رش تترواح بين ١٠٠ إلى ١٥٠°. وزاوية الرش لمعظم البشابير الهيدروليكية تقل بنقص الضغط في المدى من ٣٤٥ إلى ٥٢٠ كيلو باسكال (٥٠ إلى ٧٥ رطل/ بوصة مربعة). وفي الباشبير المخروطية المجوفة يكون لزيادة مقاس فتحة خروج السائل زيادة في زاوية الرش وذلك لزيادة سرعة الالتفاف.

ولا يوصى بتشغيل البشابير الهيدروليكية على ضغوط أقل من ١٤٠ كيلو باسكال [ ٢٠ رطل / بوصة مربعة ] غير تلك التي من النوع الفياض وذلك لصغر زاوية الرش وضعف عملية الترذيذ .

### ١٣ ـ ١٠ تجزؤ التدفق ذو السرعة المنخفضة :

يعتبر هذا النظام مهماً نظراً لإمكانية الحصول على قطرات منتظمة الحجم وبذلك يمكن تقليل الانجراف. ويكون الضغط على السائل منخفضاً لإنتاج انسياب غير مضطرب (يفضل من ٧ إلى ٣٥ كيلوباسكال [١ إلى ٥ رطل/بوصة المربعة])، يتسبب في خروج السائل من فتحة مستديرة أو أنبوبة شعرية في شكل عمود اسطواني. وعند مسافة ما بعد فتحة الخروج يؤدي الاضطراب الطبيعي، أو بفعل مؤثرات خارجية، وقوي الشد الشد السطحي، إلى تجزؤ السائل إلى قطرات كبيرة منتظمة الحجم تكون منتشرة بين قطرات تابعة هي أصغر كثيراً. وقطر القطرات الرئيسية حوالي ضعف قطر فتحة الخروج عند حدوث تجزئة عمود السائل طبيعياً وبدون التأثير عليه خارجياً[٢٠]،[٢٨] وإنتاج قطرات صغيرة يكون محدوداً لصعوبة الدقة المطلوبة في إنتاج فتحات صغيرة فمثلاً فتحات بقطر ١٢٧ ميكرون [ ٠,٠٥ بوصة ] تنتج قطرات بقطر حوالي ٢٥٠ ميكرون .

كما استخدمت التدفقات الخارجة من أنابيب شعرية متعددة محمولة على طائرات الرش العمودية (هليكوبتر) وذلك في أواخر عام ١٩٦٠. وتحتوي الواحدة منها على ٣١٢٠ أنبوبة شعرية موزعة على حامل بطول ٧,٩ متراً [٢٦ قدم]. واستعمل مقاسين لفتحات خروج السائل حيث كانت الأقطار ٠,٣٣ ,٧١٠ مليمتر [٠,٠١٣ ، ٠,٠٢٨ بوصة] كما كانت الضغوط أقل من ١٤ كيلوباسكال [٢ رطل/بوصة مربعة]، ويعلق الحامل أمامياً بينما يتم توجيه مخارج السائل على زاوية ١٨٠° من اتجاه الطيران لمنع التجزؤ الثانوي بفعل الاحتكاك مع الهواء والدوامات الهوائية. والقطرات الرئيسية الناتجة من الأنابيب الشعرية ذات القطر ٠,٣٣ مليمتر تكون في حدود من ٨٠٠ إلى ١٠٠٠ ميكرون[٢٥]. وعدد القطرات التابعة الصغيرة عند سرعات من ٤٨ إلى

٨٠ كيلومتر/ الساعة (٣٠ إلى ٥٠ ميل/ الساعة) يبدو أنها تكون أقل من تلك الناتجة من العمليات على سرعات منخفضة أو ثابتة.

واستعملت التدفقات المنخفضة السرعة على حامل للرشاشات الحقلية حيث وزعت على مسافات ٦٤ مليمتر (٢,٥ بوصة) كما استعمل اهتزاز مستعرض للحامل أو ذبذبات دورانية لمجاميع التدفقات وذلك للحصول على التوزيع العرضي بين هذه التدفقات[٢٨]. وقد بين عملياً أنه يمكن الحصول على قطرات يمكن التحكم في حجمها وفي منتهى دقة الانتظام من تدفق السائل المنخفض السرعة وذلك بتعريضه إلى نبضات عالية التردد أما قبل دخوله مباشرة لفتحة الخروج أو بعد تركه لفتحة الخروج[٣][٢٠][٢٨]. ويمكن أن يتم هذا من خلال طرق مختلفة مثل اهتزاز قرص فتحة الخروج، أو باستعمال مجال مغناطيس لحث المسائل على التذبذب قبل دخلوه إلى فتحة القرص أو باستعمال نبضات ضغط دورية في حجرة صغيرة يوجد فيها السائل قبل فتحة الخروج[٣][٢٥]. ويمكن بأي من هذه النظم التحكم في معدل تكوين القطرات بواسطة تغير تردد الإثارة على السائل أو معدل التصرف خلال فتحة الخروج أو الصفات الطبيعية للسائل[٣]. ويمكن استعمال أقراص متعددة الفتحات للحصول على معدلات تصرف معقولة من البشابير[٣][٢٥]. ولكن عمليات تنقية السائل وخاصة للفتحات المتناهية الصفر والمتطلبات التي يكون فيها السائل قابل لعمليات التنقية تحد من الاستخدام العملي والحقلي لمثل هذه الأنظمة.

### ١٣ - ١١ العوامل المؤثرة على حجم القطرات:

تعتمد درجة الترذيذ على خصائص وظروف تشغيل وسيلة الترذيذ وعلى خصائص السائل الذي يتم ترذيذه. وصفات السائل الرئيسية التي تؤثر على حجم القطرات في الرش الزراعي هي الشد السطحي واللزوجة. بينما يكون للكثافة تأثير قليل في المدى المستخدم عادة للسوائل[٢٨]. وزيادة الشد السطحي تزيد من حجم القطرات الناتجة من بشبوري معين.

وزيادة اللزوجة تزيد من حجم القطرات وذلك لتضاؤل تكوين التموجات الطبيعية للسائل مما يؤخر عملية التفتيت. وتتصف معظم محاليل الرش بانخفاض لزوجتها حيث تتراوح بين ١ مللي باسكال. ثانية [١ سنتي بواز] للماء إلى ١٠ ملي باسكال. ثانية لبعض زيوت الحشائش[٢٨]. وفي خلال هذا المدى فإن اختلافات اللزوجة ليس لها التأثير الكبير على درجة الترذيذ[١٩] ومع ذلك وفي أثناء الأعوام ١٩٦٠ فقد أدخل العديد من عوامل تكثيف القوام والتي تزيد اللزوجة كثيراً لمحاليل الرش ذات الأساس المائي. وتتواجد المستحلبات والتي يمكن أن تنتج محاليل لزجة حيث يكون المستحلب مزيجاً من الماء في الزيت وتصل حتى ٨٥٪ ماء. والهدف من استخدام هذه المواد الإضافية هو زيادة حجم القطرات وبالتالي تخفيض معدل انجرافها.

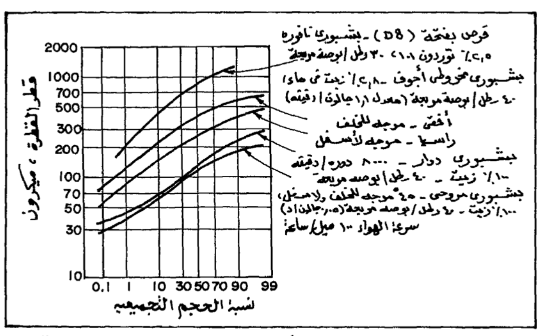
وتسلك محاليل الرش المكثفة القوام مسلك السوائل اللانيوتونية حيث تقل اللزوجة الظاهرية بسرعة بزيادة معدل القص على طبقات السائل[٢٨]. ولذلك فإن مزيج السائل يكون كثيف القوام في الخزان (لانخفاض معدل القص) ولكن البشابير تؤثر على السائل الخارج حيث يكون معدل القص عالياً مما يقلل فاعلية هذه الإضافات التي تزيد من حجم القطرات. وقد أوضحت الاختبارات أنه بالرغم من أن إضافة مكثفات القوام قد زاد القطر الوسيطي الحجمي، إلا أنه ما زالت تنتج قطرات في مدى واسع من الحجم. وقد وجد أن قيم (ق و ح) للبشابير المخروطية المجوفة في تيار هواء سرعته ١٦٠ كيلومتر/الساعة [١٠٠ ميل/الساعة] كانت ١٢٥٠ إلى ٢٦٠٠ ميكرون عند إضافة ٣ أنواع مختلفة من مكثفات القوام، بينما كانت ٥٠٠ ميكرون عند عدم إضافتها[٧]. . . وعند اختيار بشبوري من النوع الذي ينتج تياراً من السائل كانت القيم من ٢٥٠٠ إلى ٧٥٠٠ ميكرون، بينما كانت ١٣٠٠ ميكرون في حالة عدم وجود مكثفات القوام. وبالرغم من أن القطرات الكبيرة الناتجة عن إضافة مكثفات القوام تقلل كثيراً من مشكلة الانجراف إلا أنها تتطلب زيادة في

معدلات الرش المستعملة للهكتار للحصول على تغطية منتظمة بالمقارنة بعمليات الرش بسوائل عادية اللزوجة.

ولأي نوع من البشابير الهيدروليكية يزداد حجم القطرات بنقص الضغط (شكل ١٣ ـ١). وتتغير العلاقة باختلاف نوع البشبوري حيث تناقضت النتائج المتحصل عليها من مصادر مختلفة. وعموماً فإن نقص الضغط للبشابير المخروطية المجوفة أو البشابير المروحية بمقدار ٥٠ ٪ في المدى من ١٧٠ إلى ٦٩٠ كيلو باسكال [٢٥ إلى ١٠٠ رطل/بوصة مربعة] يزيد القطر الوسيطي الحجمي بمقدار من ١٠ إلى ٣٠ ٪[١٦][٢٣][٢٤][٢٨]. وتوجد بعض الدلائل على أنه في حالة البشابير المخروطية المجوفة ذات القرص وعند ضغوط أعلى من ٦٩٠ كيلو باسكال [١٠٠ رطل/بوصة مربعة]، فإن القطر الوسيطي الحجمي يتغير عكسياً مع الجزر التربيعي للضغط[١١]، [٢٣].

وزيادة مساحة فتحة الخروج في البشابير الهيدروليكية تزيد من القطر الوسيطي الحجمي للقطرات. فمضاعفة المساحة قد تزيد من (ق و ح) من ١٠ إلى ٣٠ ٪[١٦][٢٣][٢٤]. وزيادة زاوية الرش للبشابير المروحية، مع الاحتفاظ بنفس معدل التصرف عند الضغط المعطى عادة تقلل (ق و ح). ولكن مع البشابير المخروطية المجوفة ذات القرص فلا توجد علاقة محددة بين زاوية الرش و (ق و ح)[٢٣]. فاستعمال قرص ذي فتحة أكبر مع وسيلة تحدث التفافاً صغيراً للسائل للحصول على نفس معدل التصرف يزيد من زاوية الرش ولكن ليس له تأثير ثابت على (ق و ح) بسبب أن زيادة سرعة الالتفاف تعطي تفتيتاً أكثر للسائل وبالتالي تحدث تأثيراً عكسياً لزيادة فتحة القرص. وكما سبق الإشارة في القسم ١٣ ـ ٧ أن القص الناتج عن احتكاك الهواء هو القوى الرئيسية في عملية ترذيذ السائل في بعض الرشاشات ذات الدفع الهوائي ويساهم في تجزؤ السائل في البشابير الدوارة المستخدمة في رشاشات دفع الهواء وطائرات الرش. وتؤثر سرعة الهواء واتجاهه على درجة التجزؤ من

البشابير الهيدروليكية. فقد اختبر أيسلر وكارلتون[١٦] عدداً من البشابير المختلفة الأنواع والمقاسات والمركبة على جناح طائرة رش مستخدماً زيت وقود على ضغط ١٧٢ كيلوباسكال [٢٥ رطل/بوصة مربعة]. فبتغير الزاوية بين البشبوري واتجاه خط الطيران من ١٨٠° (للخلف) إلى ٤٥° (أمامي سفلي) قد قل القطر الوسيطي الحجمي بمعدل من ٤٥ إلى ٥٠ ٪ مع البشابير المروحية وبمقدار ٣٥ ٪ مع البشابير المخروطية المجوفة ذات القرص. ولأي وضع للبشبوري في هذا المجال وجد أن زيادة السرعة الأمامية من ١٣٠ إلى ٢٧٥ كيلو متر/الساعة [٨٠ إلى ١٧٠ ميل / الساعة] تقلل من (ق و ح) للبشابير المروحية بمقدار ٤٥ إلى ٥٥ ٪. وتغيير زاوية البشبوري من ١٨٠° إلى ٩٠° (لأسفل) يقلل من (ق و ح) بمقدار ٣٥ ٪ مع البشابير المروحية في هذه الاختبارات[١٦] وبمقدار ٢,٨ ٪ مع البشابير المخروطية المجوفة ذات الأقراص على مستحلب الماء والزيت في اختبارات أخرى (شكل ١٣ ـ ٥).




شكل ١٣ ـ ٥: توزيعات القطرات من أنواع مختلفة من وسائل التجزيء على جناح طائرة رش ثابتة.

### ١٣ ـ ١٢ أحجام القطرات وتوزيعاتها:

يبين شكل ١٣ ـ ١ المجالات النمطية لقطر القطرة الناتجة من بشابير الرش المروحية في هواء ساكن. فعند ضغط ومعدل تصرف وزاوية رش معينة تعطي البشابير المخروطية المجوفة مدى منخفضاً نوعاً ما (قطرات أصغر) من تلك الناتجة من بشابير الرش المروحية[٢٣]. والبشابير الفياضة تنتج قطرات كبيرة عن تلك الناتجة من البشابير المروحية عند ضغوط أقل من ٢٧٥ كيلو باسكال[٤٠ رطل/ بوصة مربعة].

ويبين شكل (١٣ ـ ٥) مقارنة لتوزيعات قطر القطرات الناتجة من العديد من وسائل الترذيذ على طائرة ذات جناح ثابت. ويلاحظ أن جميع المنحنيات تتفق تقريباً في انحدارها وأن البشبوري ذا النافورة يعطي أكبر القطرات. كما وأنه يمكن أن تستعمل البشابير المروحية أو الدوارة مع محاليل الرش المخففة وذلك لصغر الترذيذ الناتج والمطلوب للحصول على تغطية مرضية.

### ١٣ ـ ١٣ تقدير توزيع قطر القطرات وانتظام التغطية:

يمكن تقدير أقطار القطرات وأعدادها وذلك بتجميع عينة من الرش (تكون محتوية على صبغة) على شريحة زجاجية مدهونة بالسليكون، أو أكسيد المنجنيز أو أي مادة مشابهة أو على ورق طباعة لامع السطح[١٠]،[١٤]. وهنا يجب استعمال معاملات للتصحيح لتحديد القطر الأصلي للقطرة من واقع الأقطار المشاهدة لتبقعات أو آثار القطرات الملونة على هذه الأسطح. وتتغير معاملات التصحيح مع حجم القطرة والخصائص الطبيعية لمخلوط الرش.

ويمكن قياس حجم القطرات مباشرة باستخدام طريقة الغمر. وتستقبل قطرات الرش في طبق غير عميق يحتوي على سائل أو مخلوط يسمح للقطرات أن تغطس على الأقل جزئياً، حيث تظل القطرات مكورة تقريباً. وتعمل المحاليل الهيدروكربونية بصورة جيدة مع قطرات الماء[٢٤]. كما أن المحاليل

المائية من السليلوز المحتوية على مواد منظفة مثل الصابون يمكن استخدامها مع القطرات الزيتية. وطريقة الغمر هذه أساساً هي طريقة معملية.

وتحديد الأقطار وأعداد القطرات المتجمعة أو تبقعاتها يمكن أن يتم بطريقة مباشرة باستعمال الميكروسكوب أو أن يتم حصر أوتوماتيكي للعينات أو صورها باستعمال محلل الكتروني يقوم بالحصر والعد وتسجيل أعداد القطرات في فئات أحجام متتالية يتم اختيارها مسبقاً. كما توجد معدات للحصر الأوتوماتيكي المباشر للقطرات أثناء سقوطها في الاختبارات المعملية. فعن طريق منظار خاص ومصدر للضوء ذي وميض متردد يتم صبغه وبالتالي يمكن بواسطته رؤية القطرات التي لها نفس سرعة الوميض وكأنها ساكنة عندما يضيء المنظار منطقة الرش بإضاءة دورية منتظمة حيث يمكنه التحليل والحصر المطلوب أثناء كل فترة وميض.

وتجري عادة القياسات الحقلية لانتظام التوزيع بجمع مادة الرش على رقائق معدنية موزعة في الحقل[٢][١٠]. ويضاف تركيز معلوم من مادة يمكن تتبعها في خليط الرش. وتغسل مادة الرش المجمعة على كل رقيقة معدنية في حجم معين من الماء ويقاس تركيز المادة فيها. وتستعمل الألوان الفلورية في محاليل مائية أو الأصباغ العادية أو الأملاح المعدنية حيث تقاس تركيزاتها بمقياس الفلورية، ومقاييس الألوان أو مقاييس الامتصاص الذري على التوالي. وتفضل الألوان الفلورية على الأصباغ العادية عند استعمال معدلات رش منخفضة. كما أن المواد المعدنية أكثر ثباتاً في ضوء الشمس عن أي من المواد الفلورية أو الأصباغ العادية.

ويمكن تقدير أنماط توزيع البشابير معملياً بالرش على سطح يحتوي على مجاميع من التعرجات المتجاورة ذات الأسطح المائلة ويقاس السائل المجمع في كل مجرى من هذه التعرجات على حدة.

ويمكن تحديد انتظام التغطية على أسطح النبات بإضافة أصباغ فلورية أو مواد قلوية غير قابلة للذوبان إلى سائل الرش ثم مشاهدة السطح المرشوش تحت ضوء فلورسنتي (الفوق بنفسجية مع مرشحات) وذلك بعد الظلام. ويمكن الحصول على سجل دائم بالتصوير الفوق بنفسجي .

# الطلمبات المستعملة مع الرشاشات

**١٣ - ١٤ الطلمبات ذات الكباس:**

معظم الطلمبات المستعملة في الرشاشات من النوع ذي الإزاحة الموجبة وهي تشتمل على كباس أو وحدة دوارة أو غشاء ترددي. وهذه الأنواع ذات تحضير ذاتي وكلها تتطلب صمام تحويل (محمل بياي) للتحكم في الضغط ولحماية المعدة من الأضرار الميكانيكية إذا وقف التصرف. وتناسب الطلمبات ذات المكابس أو الكباسات احتياجات الضغوط العالية مثل الضغط العالي لرش البساتين، كما تعطي مجالاً متسعاً من الضغوط يلائم عمليات الرش المتنوعة. وهي غالية الثمن عن الأنواع الأخرى وتحتل حيزاً أكبر وأثقل وزناً ولكنها متينة ويمكن تصنيعها لتقاوم التآكلات.

والكفاءة الحجمية للطلمبة ذات الكباس، وتحت الظروف الجيدة، هي عموماً عالية (٩٠ ٪ أو أكثر)، ومعدل التصرف هو دالة مباشرة لسرعة عمود الكرنك والإزاحة الحجمية لها. وسرعة دوران عمود الكرنك للطلمبات الصغيرة (٢٨ لتر / دقيقة [ ١٠ جالون / دقيقة ] أو أقل ، هي من ٤٠٠ إلى ٦٠٠ دورة / دقيقة .

والطلمبات التي تعمل على ضغط عالي (٤,١ إلى٥,٥ ميجا باسكال [٦٠٠ إلى ٨٠٠ رطل/بوصة مربعة] عادة ما تعمل على سرعة ١٢٥ إلى ٣٠٠

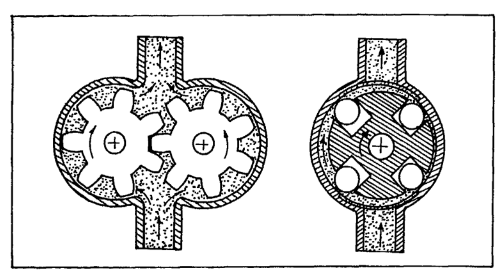
دورة / دقيقة ولها سعات من ٧٥ إلى ٢٢٥ لتر / دقيقة [ ٢٠ إلى ٦٠ جالون / دقيقة ] . وقد تتراوح الكفاءة الميكانيكية من ٥٠ إلى ٩٠ ٪ اعتماداً على حجم وحالة الطلمبة .

**١٣ ـ ١٥ الطلمبات الدورانية :**

الطلمبات الدورانية شائعة الاستعمال في الرشاشات ذات الضغوط المنخفضة. وأكثر الأنواع شيوعاً هي الطلمبات الترسية (الداخلية أو الخارجية) والطلمبات ذات الأقراص الاسطوانية (شكل ١٣ ـ ٦). وتصنع أقراص الطلمبات الأخيرة من البلاستيك بالرغم من وجودها مصنعة من المطاط أو الصلب أو أيضاً من الكربون. وعند التشغيل تندفع الأقراص الاسطوانية خارج المحور بسبب القوة الطاردة المركزية وينتج عن ذلك سحب المحلول وكبسه.

وتمتاز هذه الأنواع بصغر الحجم ورخص الثمن كما يمكن تشغيلها عن طريق عمود الإدارة الخلفي في الجرار. ويعتمد فعل الضخ فيها على إمكانية الحفاظ على خلوص ضيق بين السطح الداخلي للغطاء والأجزاء الدوارة. وبالرغم من أنها توصف بأنها موجبة الإزاحة إلا أنه يحدث تسرباً عبر هذه الخلوصات مما يقلل تصرفاتها عند زيادة الضغط.

ولا يوصي بتشغيل ضغط أعلى من ٦٩٠ كيلو باسكال [١٠٠ رطل/بوصة مربعة] لهذه الطلمبات الدورانية عند استعمالها مع سوائل غير زيتية. والطلمبات الترسية تكون غير مرضية الأداء عند ضخ سوائل تحتوي على معلقات أو مساحيق قابلة للبلل أو أي مواد خشنة نظراً للتآكل السريع لأجزائها وقصر عمرها. والتآكل السريع لأجزائها وقصر عمرها. والتآكل في الطلمبات الدورانية ذات الأقراص أسرع ولكن قد تكون أفضل من الطلمبات الترسية في هذا الصدد حيث يمكن تغيير الأقراص الاسطوانية بطريقة اقتصادية.



**شكل ١٣ - ٦: يسار: طلمبة ترسية. يمين: طلمبة دورانية ذات أقراص. تغيير اتجاه الدوران يغير مكان السحب والطرد.**

**١٣ - ١٦ الطلمبات الطاردة المركزية:**

نظراً لاعتماد هذا النوع من الطلمبات على القوة الطاردة المركزية في عملية الضخ فهي بالضرورة تعمل على سرعات عالية، وحجوم عالية (خاصة عند الاحتياج للضغط العالي) وهي طلمبات غير إيجابية الإزاحة.

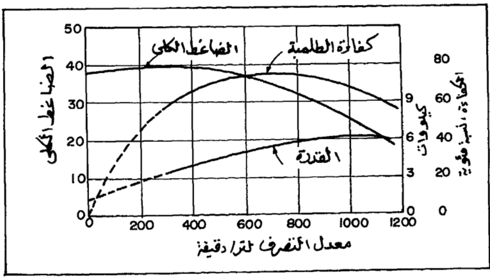
ويكون عمود الضغط الناتج من طلمبة طاردة مركزية معينة دالة لمعدل تصرفها كما هو موضح بمنحنيات الأداء النمطية في شكل (١٣ - ٧). لاحظ أن قمة منحنى الكفاءة والتي تحدث عند معدلات التصرف العالية نسبياً هي أعلى من ٧٠ ٪ لهذه الوحدة المعينة، حيث إن الكفاءة عند التصرفات الصغيرة تكون منخفضة.

ولطلمبة معينة على منحنى الكفاءة يتغير معدل التصرف مباشرة مع سرعة الطلمبة ويتغير عمود الضاغط الكلي مع مربع السرعة وتتغير القدرة على محور الطلمبة مع مكعب السرعة. وقد تركب مجموعتان أو أكثر من الطملبات على التوالي وبذلك يزداد الضاغط الكلي والقدرة عند تصرف معين في تناسب مع

عدد المجموعات أو المراحل. وبالتـالي تعطي المـراحل المتعـددة زيادة في الضغط بدون زيادة في مدى السعة أو التصرف.

والطلمبات الطاردة المركزية يكثر استعمالها لبعض الأنواع من الرشاشات وذلك لبساطتها ومقدرتهـا على تداول المـواد الخشنة العـالقة بـالرش بـطريقة مرضية. فهي تناسب جداً الرشاشات ذات الدفع الهوائي وطائرات الرش والتي تحتاج لمعدلات عالية من التصرف وتتطلب ضغوطاً منخفضة نسبياً، وتستعمل مع العديد من الرشاشات الحقلية التي تعمل على ضغط منخفض. وتتميز هذه الطلمبات بسعاتها العالية التي تفيد في التقليب الهيدروليكي لمواد الرش في خزان الرشاشة. وسرعاتها في هذه الاستعمـالات تتراوح بين ١٠٠٠، ٤٠٠٠ دورة في الدقيقة اعتماداً على الضغط المطلوب وقطر ريش الطلمبة.

وحيث إن الطلمبات الطاردة المركزية ليست إيجابية الإزاحة فهي تحتاج لتحضيـر ولا تتطلب صمـامات لتخفيف الضغط للحمـاية الميكـانيكية. ويتم تحضير الطلمبة عادة بوضعها في مستوى منخفض عن مستوى سائل الرش في




شكل ١٣ ـ ٧: منحنيات آداء نمطية لطلمبة طاردة مركزية عند ثبات سرعة دورانهـا، هذه الطلمبة مناسبة للرش بدفع الهواء.

الخزان أو قد تزود بخزان إضافي يركب عليها يعمل على الاحتفاظ الدائم بكمية من السائل لتحضيرها أوتوماتيكياً.

## ١٣ ـ ١٧ أنظمة ضخ متنوعة أخرى

تستعمل الطلمبات ذات الغشاء بصورة محدودة لتعطي معدلات تصرف حتى ١٩ إلى ٢٣ لتر/ دقيقة [٥ إلى ٦ جالون/ دقيقة] حيث متطلبات الضغط لا تزيد على ٥٥٠ كيلوباسكال [٨٠ رطل/بوصة مربعة]. وحيث أن الصمامات والغشاء هي الأجزاء الوحيدة المتحركة المتصلة بمادة الرش، فهذه الطلمبات يمكنها مباشرة تداول المواد الخشنة العالقة بسائل الرش.

وقد تم تصنيع رشاشات حقلية صغيرة مزودة بضاغط هواء لتوليد ضغط مرتفع في الخزان. ولا تمر المواد المرشوشة عندئذٍ خلال الطلمبة ولكن تقليب مواد الرش في الخزان يمثل مشاكل ميكانيكية لهذه الرشاشات. والحجم العملي لهذا النوع يحده متطلبان هما. . أن يكون الخزان قابل لتحمل الضغط حتى ٦٩٠ كيلو باسكال [١٠٠ رطل/ بوصة مربعة ] والتكلفة المتوقعة لضاغطات الهواء الكبيرة .

## تقليب مواد الرش

إنَّ العديد من مواد الرش يكون على صورة معلقات من مساحيق غير قابلة للذوبان أو على صورة مستحلبات . وبالتالي فمعظم الرشاشات مزودة بأنظمة للتقليب . ويستعمل كل من الأنظمة الميكانيكية والهيدروليكية في التقليب. وأي من هذه الأنواع إذا ما تم تصميمه بدقة فسوف يعطي الخلط المرضي .

### ١٣ ـ ١٨ التقليب الميكانيكي

عادة يمكن الحصول على التقليب الميكانيكي عن طريق إما مقلبات منبسطة أو مروحة مثبتة على محور يدور على طول الخزان قرب القاع بسرعة ١٠٠ إلى ٢٠٠ دورة في الدقيقة. والعلاقات التالية تستعمل للخزانات المستديرة القاع والتي يوجد بها مقلب ميكانيكي عبارة عن ريش على شكل حرف I تدور قرب قاع الخزان. وهذه العلاقات مبنية على نتائج سجلت أصلاً بواسطة فرنش[١١] .

$$S_m = 5.39 \frac{A^{0.422}}{R^{0.531}} F_e^{0.293} \qquad (١٣ - ١)$$

$$[S_m = 69.2 \frac{A^{0.422}}{R^{0.531}} Fe^{0.293} ]$$

$$S_p = 3.26 \times 10^{-11} R^{0.582} S^{3.41} L \qquad (١٣ - ٢)$$

$$[ S_p = 1.93 \times 10^{-11} R^{0.582} S^{3.41} L ]$$

حيث :

$S_m$ = أقل سرعة محيطية للريش بالمتر/ دقيقة. [ قدم / دقيقة ] .

A = عمق السائل فوق محور القلاب بالمليمتر. [ بوصة ] .

R = المجموع الكلي لعرض الريش مقسوماً على طول الخزان.

L = طول الخزان بالمليمتر [ بوصة ] .

$S_p$ = القدرة الداخلة إلى محور القلاب بالكيلووات [حصان] عند أي سرعة محيطية .

$F_c$ = معامل يبين الصعوبة النسبية لتقليب مستحلب من الزيت والماء. (هيدروليكيا أو ميكانيكيا) .

والجدول ١٣ ـ ١ يبين قيماً للمعامل $F_c$ لمختلف المستحلبات من الزيت في الماء . وقد قدرت هذه القيم أثناء اختبارات التقليب الهيدروليكي ولكن يفترض أيضاً استعمالها لتعطي نتائج مقبولة مع التقليب الميكانيكي. والاختبارات التي أجراها فرنش[١١] كانت على مستحلب عبارة عن ١ إلى ٢٪ زيت . ولا تتوافر أي نتائج تشير إلى متطلبات التقليب الميكانيكي لمعلقات المساحيق القابلة لبلل .

وإذا زادت سرعة قمة الريش عن ١٥٠ متر/دقيقة [٥٠٠ قدم/دقيقة] فقد يسبب هذا تكوُّن رغوة لبعض خلطات المبيدات . ولتقليب المستحلبات ميكانيكياً في خزانات منبسطة القاع ومستديرة الأركان فإن أقل سرعة محيطية للريش والمتحصل عليها من المعادلة ١٣ ـ ١ يجب أن تضرب في معامل قدره

٢٢ , ١[١١] . وهذه الزيادة في الحد الأدنى للسرعة تؤدي إلى مضاعفة أقل قدرة مطلوبة تقريباً (معادلة ١٣ ـ ٢) .

جدول ١٣ ـ ١ قيم معامل التقليب لمستحلبات زيت ـ في ـ ماء

| نسبة الزيت | نسبة الماء | نسبة المستحلب | وضع النافورة شكل ١٣ ـ ٨ | المعامل |
|---|---|---|---|---|
| ٦٠ | ٤٠ | صفر | مستحلب | ٠,٨٣ |
| ٥٠ | ٥٠ | صفر | مستحلب | ١,٠٠ |
| ٤٠ | ٦٠ | صفر | مستحلب | ١,٠٠ |
| ١٠ | ٩٠ | صفر | مستحلب | ٠,٨٩ |
| ١ ـ ٢ | ٩٨ ـ ٩٩ | صفر | مستحلب | ٠,٥٠(*) |
| ٤٠ | ٥٩,٥ | ٠,١ | مستحلب | ٠,٥٠ |
| ٤٠ | ٥٩,٥ | ٠,١ | مساحيق قابلة للبلل | ٠,٦٨ |

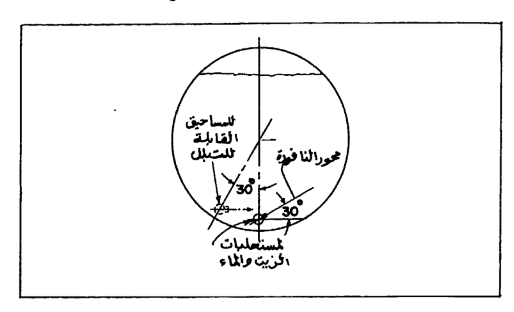
## ١٣ ـ ١٩ التقليب الهيدروليكي

للحصول على تقليب هيدروليكي فإن جزءاً من التصرف الخارج من الطلمبة يدخل ثانياً إلى خزان الرش خلال مجاميع من البشابير النافورية والموجودة في أنبوبة على طوع قاع الخزان. إن الطاقة والدوامات الخارجة من النافورات تعطي فعل الخلط المطلوب . وفي اختبارات على مختلف المقاسات من الخزانات الأسطوانية وجد يتس وأكسون[٢٧] أن أفضل النتائج قد تمَّ الحصول عليها عندما وضعت البشابير النافورية كما هو موضح في شكل (١٣ ـ ٨). والوضع الموضح للاستخدام مع المساحيق القابلة للبلل كان مرضياً أيضاً للمستحلبات المحتوية على ٤٠ ٪ زيت و ٦٠ ٪ ماء ، وذلك عندما شملت التركيبة مادة استحلاب مناسبة . والمسافات بين البشابير تكون في

---

( * ) نتائج غير منشورة من يتس Yates . والقيم الأخرى من المرجع رقم ٢٧ .

حـدود من ٧٥ إلى ٧١٠ ملليمتر وذلـك لمستحلبات الـزيت ـ والماء ولكن لا يجب أن تزيد عن ٣٠٥ ملليمتر للمساحيق القابلة للبلل .




شكل ١٣ ـ ٨ وضع النافورات لتعطي التقليب الهيدروليكي الأمثل.

وأقل معدل كلي يلزم لإعادة دخوله للخزان لعمـل التقليب الهيدروليكي المطلوب في حالة الخزانات الأسطوانية أو المستديرة القاع على أساس الخلط الكامل لمحتويات في مدة ٦٠ ثانية وجد أنه كما يلي :

مستحلبات الزيت ـ والماء

$$Q_m = 3830\frac{V F_e}{P^{0.56}} \qquad (١٣ - ٣)$$

$$[\, Q_m = 1.30\frac{V F_e}{P^{0.56}} \,]$$

المساحيق القابلة للبلل

$$Q_m = 1380\frac{V F_e}{P^{0.35}} \qquad (١٣ - ٤)$$

$$[\, Q_m = 0.704\frac{V F_e}{P^{0.35}} \,]$$

حيث :

$Q_m$ = أقل معدل يلزم إعادة دخوله للخزان لتر/ دقيقة . [جالون/ دقيقة ] .

V = حجم الخزان، بالمتر المكعب [جالون].

$F_c$ = معامل يبين الصعوبة النسبية لتقليب خليط من مساحيق قابلة للبلل .

P = الضغط على البشابير النافورية بالكيلو باسكال [رطل/ بوصة مربعة]. عادة هذا يكون بالضرورة مثل ضغط بشابير الرش.

وعادة تؤخذ قيمة $F_c$ مساوية لواحد صحيح في حالة خليط من ١٢٠ جرام من الكبريت القابل للبلل لكل متر ماء [١ رطل/ جالون]، حيث أن هذه المادة يصعب الاحتفاظ بها معلقة(٢٧) . وقد وجد أن قيم $F_c$ لتر كيزات مثل ٦٠، ١٢، ٦ جرام/ لتر [٠,٥٠، ٠,١، ٠,٠٥ رطل/ جالون] هي ٠,٨٧، ٠,٤٣، ٠,٢٧ على الترتيب(٢٧) . وجدول (١٣ - ١) يشير إلى أن إضافة مستحلب إلى خليط الزيت - والماء يقلل من متطلبات التقليب وأيضاً يبين أن $F_c$ تكون أكبر عندما تكون النافورات في الوضع الأمثل للمساحيق القابلة للبلل (شكل ١٣ - ٨) بدلاً من وضع المستحلبات.

ومن العلاقات الهيدروليكية الأساسية، فإن ناتج القدرة الهيدروليكية النافعة المطلوبة لإعادة جزء من سائل الرش يلزم لعملية الخلط عند أي معدل وضغط يكون :

$$ph = 1.667 \times 10^{-5}\, Q\; P \qquad (١٣ - ٥)$$

$$\left[\, Ph = \frac{Q\; P}{1714} \,\right]$$

حيث :

ph = القدرة الهيدروليكية بالكيلووات [ حصان ] .

Q = المعدل الكلي اللازم ضخه (ليس بالضرورة أقل معدل مطلوب للتقليب)، باللتر/ دقيقة [ جالون / دقيقة ] .

ويتضح من المعادلات ١٣ ـ ٣، ١٣ ـ ٤، و١٣ ـ ٥ أنه بزيادة ضغط البشابير ينقص أقل معدل تصرف مطلوب للتقليب ولكن تزداد القدرة المطلوبة في تناسب مع $P^{0.44}$ لمستحلبات الزيت ـ والماء ، $P^{0.65}$ للمساحيق القابلة للبلل .

والفائدة الرئيسية للنظام الهيدروليكي هو بساطته بالمقارنة مع التركيب والتشغيل المطلوب للتقليب الميكانيكي . ومع ذلك فإنه في حالة التقليب الهيدروليكي يجب أن تكون طلمبات الرش ذات سعة إضافية وأن تكون القدرة المطلوبة للتشغيل أكبر من تلك المطلوبة مع التقليب الميكانيكي وخاصة عند الضغوط العالية .

وللرشاشات ذات الضغط العالي يكون من الأنسب استعمال التقليب الميكانيكي حيث يكون الأكثر اقتصادياً .

## الرشاشات الهيدروليكية

### ١٣ ـ ٢٠ أنواعها واستعمالاتها :

عموماً يمكن تقسيم معظم معدات الرش الأرضية الهيدروليكية إلى :

أ ـ رشاشات حقلية بحامل بشابير تعمل عند أقصى ضغط قدره من ٢٧٥ إلى ٦٩٠ كيلوبسكال [٤٠ إلى ١٠٠ رطل/ بوصة مربعة ] أو ،

ب ـ رشاشات عامة الأغراض وتعمل على ضغط عالي أو رشاشات البساتين حيث تعمل على ضغوط قصوى تتفاوت من ١,٧ إلى ٥,٥ ميكابسكال [٢٥٠ إلى ٨٠٠ رطل/ بوصة مربعة]، ولكن في معظم الأوقات تعمل على ضغط من ٢,٧٥ إلى ٥,٥ ميكا بسكال [٤٠٠ إلى ٨٠٠ رطل/ بوصة مربعة ] .

وتصمم بعض الرشاشات ذات الضغط العالي أساساً لرش الأشجار والبساتين ولكن معظمها يحتوي على حوامل للبشابير للرش الحقلي حيث تتوافر هذه المعدات كأجزاء أساسية بصفة اختيارية مع هده الرشاشات. كما يمكن استعمال مسدس الرش اليدوي مع رشاشات الضغط العالي لبعض الأعمال الخاصة مثل رش عنابر الإنتاج الحيواني ورش أشجار فردية ومقاومة الحريق وتنظيف الآلات .

ويجب أن تكون الرشاشة قابلة للتعامل مع الأنواع العديدة من المواد التي

تحتوي على محاليل كيميائية في الماء أو الزيت ، ومعلقات المواد الغير قابلة للذوبان (مساحيق قابلة للبلل) ، ومختلف الزيوت ومستحلبات الزيت والماء . فالعديد من المواد تعمل على تآكل أجزاء الرشاشة ، وبعض المواد الأخرى هي مواد خشنة ، ونتيجة لاستخدامها تؤدي إلى التآكل السريع للطلمبات والبشابير. وعادة تكون معدلات الرش العادية للرش الحقلي من ٩٠ إلى ٣٧٥ لتر/ هكتار [١٠ إلى ٤٠ جالون/ أيكر] ولكن قد تتراوح من أقل من ٤٥ إلى أكثر من ٩٠٠ لتر/ هكتار[٥ إلى ١٠٠ جالون/ أيكر].

ويتم تعليق الرشاشات ذات الخزان الصغير على الجرار ، بينما تكون الوحدات الكبيرة محملة على إطار بعجلتين ليتم شبكها وقطرها. وغالباً ما توضع الرشاشات على زلاجات لوضعها على مقطورات أو عربات نقل لتشغيلها. كما تتوفر أيضاً وحدات رش ذاتية الحركة وذات خلوص رأسي عالي لتناسب محاصيل الصفوف ذات النباتات العالية .

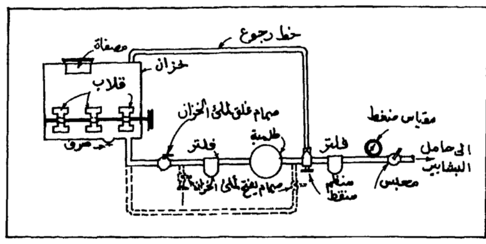
## ١٣ ـ ٢١ الأجزاء الأساسية للرشاشات الهيدروليكية :

يوضح شكل (١٣ ـ ٩) ترتيباً تخطيطياً نمطياً لرشاشة هيدروليكية . ويستخدم التقليب الميكانيكي عادة بضغوط أعلى من ٢,١ ميكابسكال [٣٠٠ رطل/ بوصة مربعة] بينما يستخدم التقليب الهيدروليكي للضغوط الأقل. ويكون حجم الخزان عادة بين ٠,٢ إلى ١,٩ متراً مكعباً [٥٠ إلى ٥٠٠ جالون]. وتبطن معظم الخزانات أو تصنع من مواد لا تتآكل مثل البلاستيك ، والألياف الزجاجية أو الصلب الغير قابل للصدأ .

وتزود الرشاشات التي تعمل على ضغوط قصوى من ٢٧٥ إلى ٦٩٠ كيلو بسكال [ ٤٠ إلى ١٠٠ رطل / بوصة مربعة ] بطلمبات ذات طرد مركزي أو دورانية ذات الأقراص أو ترسية. وسعات الطلمبات الدورانية ذات الأقراص أو الترسية عادة تتراوح من ١٩ إلى ٩٥ لتر / دقيقة [ ٥ إلى ٢٥ جالون / دقيقة ]

بينما قد تعطي الطلمبات الطاردة المركزية تصرفاً من ١٩٠ إلى ٢٨٥ لتراً / دقيقة [ ٥٠ إلى ٧٥ جالون / دقيقة ] عند ضغط حوالي ٢٧٥ كيلوباسكال [ ٤٠ رطل / بوصة مربعة ]. وتستعمل الطلمبات ذات المكابس خاصة مع الضغوط الأعلى من ١,٧ ميجا باسكال [ ٢٥٠ رطل / بوصة مربعة ] . وسعاتها عادة بين ١٩ إلى ٤٥ لتر / دقيقة ، [ ٥ إلى ١٢ جالون / دقيقة ] حيث تركب على الرشاشات ذات الأغراض العامة ، ولكن الطلمبات ذات الكباسات والتي تعمل على ضغوط عالية لرشاشات البساتين قد تكون سعاتها عالية حيث تصل إلى ٢٢٥ لتر / دقيقة [ ٦٠ جالون / دقيقة ] وفي أي رشاشة يجب أن تكون سعة الطلمبة أكبر من احتياجات الرش القصوى المتوقعة بمقدار لا يقل عن ١٠ إلى ١٥ ٪ وتستعمل طلمبة الرش نفسها في ملء الخزان حيث يتم توصيلها بمواصير وصمامات تسمح بهذا ( شكل ١٣ ـ ٩ ) .

ويكون من الضروري وجود صماماً أوتوماتيكياً لتخفيف الضغط أو مجرى جانبي لتنظيم الضغط عند استعمال الطلمبات الإيجابية الإزاحة وذلك لحماية أجزاء الآلة . وعند تصميم الرشاشة لتعمل على ضغط عالي بصورة متقطعة كما في حالة مسدس الرش اليدوي فقد يستعمل مجرى جانبياً منظماً للضغط ولمنع حمل هذا الضغط عن مسدس الرش . ونظراً لخصائص منحنى الضاغط الكلي مع التصرف للطلمبة الطاردة المركزية (شكل ١٣ ـ ٧) حيث يكون الضاغط الكلي منبسطاً نسبياً عند قمته ، فإن التنظيم الأوتوماتيكي بالمجرى الجانبي لا يعطي عادة تحكماً جيداً فوق مدى معين من الضغوط . ويمكن التحكم في الضغط من الطلمبة الطاردة المركزية وبقدر مقبول وذلك بتغير سرعتها أو عن طريق صمام خنق يدوي . ويمكن الحصول على تحكم أدق بمقلل ضغط من النوع الغشائي ذي صمام يوضع على خط المواسير الذي يصل إلى حامل البشابير أو البشابير .




**شكل ١٣ ـ ٩: رسم تخطيطي يبين الأجزاء الأساسية للرشاشة الهيدروليكية مزودة بتقليب ميكانيكي .**

وتصنع معظم البشابير عادة من النحاس الأصفر ، ولكن اغلباً ما يستعمل كربيد التنجستن أو الصلب المصلد الغير قابل للصدأ في تصنيع أقراص البشابير أو قمتها للاستعمال مع مواد الرش ذات المواد العالقة أو المواد الخشنة للمساحيق القابلة للبلل . وتزود البشابير المستخدمة مع تجهيزات الرش الأرضية بمصافي لمنع أو تقليل انسدادها . وهذه المصافي توجد بالإضافة إلى تلك المبينة في شكل (١٣ ـ ٩) . كما أن فتحات مصافي البشابير تكون أصغر قليلاً من فتحات أقراص البشابير نفسها .

**١٣ ـ ٢٢ حامل البشابير والبشابير على الرشاشة الحقلية :**

تزود الرشاشات الحقلية الهيدروليكية بحامل أفقي تركب عليه البشابير مباشرة أو تركب على نهايات أنابيب ساقطة رأسياً من الحامل الأفقي . وتستعمل الأنابيب المدلاة لرش صفوف المحاصيل والنباتات العالية . وللحصول على تحكم أدق لضبط ارتفاع البشبوري توصل البشابير بالحامل عن طريق خراطيم مطاط تتدلى وتعلق على زلاقات فردية تتحرك على سطح الأرض بين الصفوف .

ومعظم حوامل البشابير تكون بطول من ٦ إلى ١٥ متراً [٢٠ إلى ٥٠ قدماً] . وتصنع عادة من أجزاء تربط بغصلات تسمح بتقليل العرض الكلي أثناء النقل . وتحتاج حوامل البشابير الطويلة إلى ضبط أفقية أطرافها ، بالإضافة إلى دعامات رأسية . وتستعمل في بعض الأحيان العجلات الحاجزة حيث تركب على طرفي الحوامل الطويلة للمحافظة على انتظام ارتفاعات البشابير . وعادة ما تكون المسافات بين البشابير من ٣٨ إلى ٥١ سنتيمتراً [١٥ إلى ٢٠ بوصة] والمسافة في حالة ٥ سنتمترات هي الأكثر شيوعاً وذلك لأنها تعطي فرصة تركيب بشبورين لكل صف للمسافات بين الصفوف المزروعة على ١٠٢ سم [٤٠ بوصة]، والتي تناسب أيضاً تركيب الأنابيب المدلاة رأسياً . ومع ذلك فإن الاتجاه نحو تضييق المسافات بين الصفوف في بعض المحاصيل يعمل على زيادة الرغبة في مرونة المسافات بين البشابير .

وتستعمل البشابير المروحية بكثرة مع الرشاشات الحقلية وذلك لأن شكل نمط توزيعاتها للرش يجعل انتظام التغطية أقل حساسية لارتفاع حامل البشابير عن البشابير المخروطية المجوفة . وسوف نناقش هذه العلاقة في القسم التالي . وقد تفضل البشابير المخروطية المجوفة عند استعمال المبيدات الفطرية وذلك للترذيذ الشديد لناتج الرش . كما أن البشابير الفياضة المركبة على أنابيب مدلاة رأسياً ، بحيث يكون محورها رأسياً تناسب حالات الرش تحت المجموع الخضري لمحاصيل الصفوف .

### ١٣ ـ ٢٣ انتظام توزيع الرش :

للتشغيل الحقلي والتغطية المستمرة ، فإن الارتفاع المناسب لحامل البشابير فوق سطح التغطية يعتمد على :

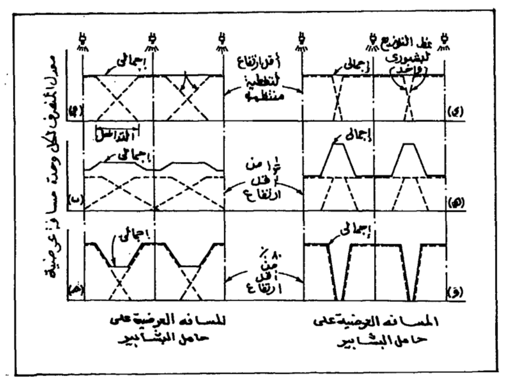
أ ـ المسافات بين البشابير على الحامل .

ب ـ زاوية رش البشبوري .

جـ ـ مقدار التداخل المطلوب للتغطية المنتظمة والمحددة بنمط رش البشبوري . وتميل البشابير المروحية لإعطاء قطاعات توزيع ذات ميول جانبية تدريجية كما هو مبين في شكل (١٣ ـ ١٠ أ) . والبشابير المخروطية المجوفة تميل لإعطاء أنماط مشابهة لما هو في شكل ١٣ ـ ١٠ د ولكن قد تتحدب ناحية الجزء المنبسط الخارجي في قمة الشكل [١٨] . وفي الممارسة العملية تختلف أنماط البشابير المفردة لنوع ومقاس معين منها .

ويبين شكل (١٣ ـ ١٠) مقدار التداخل المطلوب للتغطية المنتظمة لنوعين من أنماط توزيع البشابير المثالية وتأثير تغير ارتفاع حامل البشابير على انتظام التغطية .

ويلاحظ في القطاع ذي الجوانب الشديدة الميول في (د) والتي هي نمطية للبشابير المخروطية المجوفة . إنها أكثر حساسية للاختلافات في ارتفاع




شكل ١٣ ـ ١٠ : تأثير نمط التوزيع وارتفاع حامل البشابير على انتظام التغطية

حامل البشابير عن تلك ذات القمة المتقاربة ومع التدرج في الميول كما في (أ) والتي هي نمطية للبشابير المروحية والمخروطية الممتلئة [١٨] . وفي كلا من النظامين يتأثر انتظام التوزيع بدرجة أقل عند زيادة ارتفاع حامل البشابير (تداخل مفرط) عن ما إذا كان حامل البشابير على ارتفاع منخفض . وفي البشابير التي لها قطاعات توزيع كما هو مبين في شكل (١٣ ـ ١٠أ) فإن ارتفاع حامل البشابير يجب أن يكون بالقدر الذي يكون عنده العرض الكلي لشكل الرش لكل بشبوري عند سطح التغطية أكبر بمقدار ٥٠٪ من المسافات بين البشابير على الحامل . ويزداد مقدار التداخل للقطاعات ذات القمة الضيقة بينما تقل للقطاعات شديدة الميول .

### ١٣ ـ ٢٤ التحكم في معدل كمية المحلول :

إن كمية سائل الرش المستعمل لكل هكتار من رشاشة حقلية هي دالة لكل من :

أ ـ المسافات بين البشابير على حامل البشابير .

ب ـ مقاس البشبوري أو مقاس ثقب البشبوري .

جـ ـ الضغط عند البشبوري .

د ـ السرعة الأمامية للرشاشة .

ويمكن التعبير عن العلاقة بين هذه المتغيرات بالمعادلة التالية والتي فيها تم دمج التأثير المشترك لمقاس الشبوري والضغط والتعبير عنهما بمعدل تصرف البشبوري .

تصرف البشبوري (لتر/ الساعة) = ٠,٠٠١ × شدة الرش (لتر/ هكتار) × السرعة (كيلو متر/ الساعة) × المسافة بين بشبورين (سنتيمتر) (١٣ ـ ٦) .

تصرف البشبوري [جالون/الساعة] = ٠,١٠١ × شدة الرش [جالون/أيكر] × السرعة [ميل/ الساعة] × المسافة بين بشبورين [بوصة].

كما يمكن أيضاً تغيير تركيز المادة الفعالة والتي تؤثر على كمية المحلول ، أو عدد اللترات لكل هكتار . وحيث إن كل هذه العوامل لها نفس الأهمية فيجب التحكم فيهما وضبطهما بعناية وذلك للحصول على المعدل المطلوب استعماله . كما يجب أن يكون للبشابير نمط للرش ومعدل تصرف منظمين ، ومقياس الضغط يجب أن يكون دقيقاً ، مع مسموحية ملائمة لفقد الضغط في خطوط السائل . كما يجب ضبط السرعة الأمامية بتوقيتها أو باستخدام مقياس سرعة ذي مدى منخفض يركب على الجرار أو الرشاشة .

### ١٣ ـ ٢٥ رش البساتين بالضغط العالي :

لعدد من السنين كانت رشاشات الضغط العالي هي الوسائل الرئيسية لاستعمال ورش مبيدات الآفات على أشجار البساتين وذلك إما باستعمال مسدسات الرش اليدوية أو أنواع مختلفة لحوامل بشابير أو صواري للرش الأوتوماتيكي ، ومع ذلك فقد حلت الرشاشات ذات الدفع الهوائي محل رشاشات الضغط العالي في البساتين . وتعتمد رشاشة البساتين ذات الضغط العالي على ضغط السائل لتزذيذ محلول الرش وإعطاء الطاقة لنقل الرش إلى وخلال الأشجار . والعوامل التي تزيد من مدى الرش لمسافة طويلة والتخلل الجيد لأوراق الأشجار هي :

أ ـ سرعة التصرف العالية من البشبوري .
ب ـ معدل تصرف حجمي عالي .
جـ ـ كبر حجم قطرات الرش .
د ـ صغر زاوية الرش .

وزيادة الضغط على بشبوري معين يزيد من المدى الذي تصل إليه القطرات إلى أن يحدث التأثير العكسي فيقل حجم القطارت ، وعندها تنعدم فائدة سرعة التصرف العالية والتصرف الحجمي الكبير .

والطلمبات التي لها سعات مناسبة (على الأقل ١٥٠ إلى ١٩٠ لتر/ دقيقة [٤٠ إلى ٥٠ جالون/ دقيقة]) قد يركب معها بشابير فردية على مسافات معينـة ، أو مجموعة من البشابير تركب على صاري أو حـامل رأسي لتغـطية أحـد جوانب الأشجار أثناء تحرك الرشـاشة بين صفـوفها . وتعـطي مجاميـع البشابيـر دعماً مشتركاً لزيادة المدى الذي يصل إليه الـرش . . . وقد تحتـوي بعض حوامـل البشابير على مجاميع من البشابير التي تتأرجح ميكانيكياً لتغطية الأشجار بالرش أثناء مرور الرشاشة عليها . وتتراوح معدلات الرش عادة للأشجار الناضجة من ٥٦٠٠ إلى ٧٥٠٠ لتر/ هكتار[ ٦٠٠ إلى ٨٠٠ جالون / أيكر ] .

# رشاشات الدفع الهوائي

## ١٣ ـ ٢٦ أنواعها واستخداماتها :

لقد طورت رشاشات الدفع الهوائي (وتعرف أيضاً برشاشات الحْمل الهوائي) في أعوام ١٩٤٠ لاستعمالات رش الأشجار . وبالرغم من أنه تتوفر نماذج صممت لرش محاصيل الصفوف ، وأحياناً تستعمل رشاشات البساتين في رش محاصيل الصفوف ، إلا أن الاستخدام الأساسي لرشاشات دفع الهواء هو في البساتين . وكما يدل الإسم فإن رشاشات الدفع الهوائي تستخدم تياراً من الهواء لحمل قطرات الرش بدلاً من الاعتماد على طاقة الضغط الهيدروليكي . وبالتالي يمكنها الاستفادة من قطرات الرش الصغيرة الحجم عن رشاشات البساتين ذات الضغط العالي ، وبذلك يمكن الحصول على تغطية مناسبة وبكميات أقل من المواد الفعالة للهكتار . وتعتمد فاعلية رشاشات دفع الهواء على مقدرتها في إحلال الهواء الموجود في جميع أجزاء فروع الأشجار بهواء محمل بقطرات رش من الآلة .

في التطبيقات الحقلية المفتوحة أو محاصيل الصفوف نجد أن تيار الهواء من الرشاشة يعمل على توزيع الرش بعرض معين وترسب بعض القطرات بالارتطام والدفع ، والبعض الآخر يسقط بعد أن تسكن سرعة الهواء . ويكون من المرغوب فيه للقطرات الدقيقة التجزؤ إذ يزداد المدى الذي تحملها فيه تيار

الهواء . كما تسقط القطرات الكبيرة قرب الشاشة . وقد اختبر ولسون [٢٦] رشاشة دفع هواء حيث أعطت تصرفاً قدره ١٢,٣ متراً مكعباً/ ثانية على سرعة ١٤٥ كيلومتر/ الساعة [٢٦٠٠٠ قدم مكعب/ ثانية على سرعة ٩٠ ميل/ الساعة] وقد وجد أن سرعات الهواء على مسافات قدرها ١,٨ ، ٥,٥ ، ٩,١ ، ١٢,٨ ، ١٦,٥ متراً [٦ ، ١٨ ، ٣٠ ، ٤٢ و٥٤ قدماً] كانت ٣٤ ، ٢٧ ، ٢٣ ، ٩,٥ و٨ كيلومتر/ الساعة [ ٢١ ، ١٧ ، ١٤ ، ٦ و٥ ميل/ الساعة ] على الترتيب . ويقل تساقط القطرات على أسطح الأوراق في تناسب مع سرعة الهواء . ومشاكل الانجراف في رشاشات دفع الهواء تتقارب مع تلك من طائرات الرش [١٢] .

ومعدلات رش البساتين برشاشات دفع الهواء قد تصل من ٣٧٠٠ إلى ٤٧٠٠ لتر/ هكتار [٤٠٠ ـ ٥٠٠ جالون/ أيكر] كمعدلات عالية للرش ، أو قد تكون منخفضة حيث تصحب من ٤٥ إلى ٩٠ لتر/ هكتار (٥ إلى ١٠ جالون/ ايكر) . وفي حالة استخدام المعدلات العالية للرش ، والذي يسمى الاستخدام المخفف ، فإنه عادة ما يحدث انسياب المادة المرشوشة من على سطح الأوراق . بينما المعدلات التي في المدى من ٤٥ إلى ٢٣٥ لتر/ هكتار تعرف بالرش المركز أو الرش ذي الحجم المنخفض ، وتكون القطرات الصغيرة مطلوبة لانتظام التغطية .

ويعطي الرش المركز نتائج مشابهة لتلك المتحصل عليها بالرش المخفف على بعض الأنواع من الأشجار [١٣،٣١] ولكن قد تصعب التغطية الكاملة للأشجار الكثيفة الأوراث ومثل الموالح والزيتون حتى باستخدام معدلات عالية من الرش . والفائدة الرئيسية لاستعمال الرش المركز هي تقليل كمية الماء المستعمل وبالتالي توفير في وقت المليء والنقل . وبعض آلات الرش المخفف يمكن أن تستعمل للرش المركز (بتغيير بشابير الرش) بينما توجد آلات خاصة لاستخدامات الرش المركز .

### ١٣ ـ ٢٧ مراوح الهواء ومخارج الرش :

إن معظم رشاشات الدفع الهوائي للبساتين من النوع الكبير تحتوي على مراوح محورية السريان ذات ريش توجه تيار الهواء للخارج وفي اتجاه قطري من خلال شقوق محيطية . وقد يحتوي البعض على مروحتين محوريتين متضادتين تدفقان التيار في اتجاه بعضهما ليخرج أيضاً من خلال شقوق . كما تستعمل المراوح الطاردة المركزية التي لها مخارج على شكل ذيل سمكة أو شقوق أيضاً . وتكون معظم سعات هذه المراوح في المدى من ١٤ إلى ٣٣ متراً مكعباً/ ثانية [٣٠,٠٠٠ إلى ٧٠,٠٠٠ قدماً مكعباً/ دقيقة] على سرعات تصرف من ١١٠ إلى ٢٠٠ كيلومتر/ الساعة [٧٠ إلى ١٢٥ ميل/ الساعة]. ويكون العض الوحدات ذات السعة المنخفضة سرعات تصل إلى أعلى من ٢٤٠ كيلومتر/ الساعة [١٥٠ ميل/ الساعة]. وتكون معدلات قدرات المحرك عادة أكثر من ٧٥ كيلووات [١٠٠ حصان] للآلات ذات سعة ٢٨ متر مكعب/ ثانية [ ٦٠,٠٠٠ قدم مكعب / دقيقة ] أو أكثر .

وترتب مخارج هذه الرشاشات لتغطي جانباً واحداً لصف واحد أو جانبين لصفين متجاورين عند تحرك الآلة بين الصفوف . ويجب ضبط زاوية الرش الخارجة (في المستوى الرأسي) لتناسب الأطوال المختلفة للأشجار . وحيث إن متطلبات القدرة تكون عالية فإنه من المهم العناية بتصميم نظام الهواء واختيار أحسن المراوح لتناسب ظروف التشغيل .

### ١٣ ـ ٢٨ الطلمبات ووسائل الترذيذ :

إن من أكثر الطرق شيوعاً لتغذية سائل الرش في تيار الهواء هي استخدام البشابير الهيدروليكية ، وعادة ما تكون المخروطية المجوفة . وتعتمد درجة الترذيذ أساساً على ضغط السائل وخصائص البشبوري بالرغم من أن سرعة

الهواء أيضاً تؤثر على عملية الترذيذ . ويكون عدد المخارج القصوى المعدة للبشابير في تيار الهواء عادة بين ١٠ و٤٠ مخرجاً . وقد يختلف العدد والتوزيع تبعاً لظروف الرش المختلفة . وللحصول على تغطية منتظمة يكون من الضروري تركيب عدد أكثر أو بشابير أكبر في الجزء من تيار الهواء والموجة إلى قمم الأشجار .

وعادة ما تعطي الطلمبات الطاردة المركزية ذات المرحلتين ضغطاً حوالى ١,٤ ميجا باسكال [٢٠٠ رطل/ بوصة مربعة] وتصرفاً حوالى ٣٨٠ لتر/ دقيقة [١٠٠ جالون/ دقيقة] . ويمكن استعمال هذه الطلمبات لسرعة ملء الخزان . وغالباً ما يعاد جزءاً من تصرفها إلى الخزان لغرض التقليب الهيدروليكي . وبعض الطلمبات ذات المرحلة الواحدة تعطي ضغطاً بين ٥٢٠ إلى ١٠٣٠ كيلو باسكال [٧٥ إلى ١٥٠ رطل/ بوصة مربعة]. وتركب طلمبات ذات مكابس بسعات من ١٩ إلى ٩٥ لتر/ دقيقة [٥ إلى ٢٥ جالون/ دقيقة] لمراوح الرشاشات ذات السعة المنخفضة أو المتوسطة . ويستفاد من الضغوط العالية التي تعطيها الطلمبات ذات المكابس (٢,٧٥ إلى ٣,٤٥ ميجا باسكال [٤٠٠ إلى ٥٠٠ رطل/ بوصة مربعة]) في عمليات الرش المركز وذلك لصغر حجم القطرات الناتجة من البشابير الهيدروليكية .

ويستعمل أحياناً الترذيذ بالهواء على رشاشات الدفع الهوائي المصممة خصيصاً لاستعمالات الرش المركز . ففي عدد من الآلات الأوروبية يتم تغذية سائل الرش على ضغط منخفض في تيار شديد من الهواء معتمدة كلياً على الاحتكاك مع الهواء في عملية الترذيذ [٨] . كما قد يستعمل الهواء المضغوط في عملية الترذيذ حيث تم تصنيع آلة من هذا النوع في الولايات المتحدة الأميركية . فالترذيذ بالهواء قادر على إعطاء عدد كبير من القطرات صغيرة الحجم خاصة إذا استعمل الهواء المضغوط .

وتم تجربة البشابير الدورانية الصغيرة على رشاشات دفع هـوائي عدلت لتناسب الرش المركز للمبيدات [١٥] . كما استعملت أيضاً البشابير الدورانيـة على رشاشات الدفع الهوائي والتي لها وحدات مستقلة لتشغيل البشابير والمقادة بمواتير هيدروليكية ومعلقة على حامل أو صاري .

# الرش بالطائرات

## ١٣ ـ ٢٩ الاستعمالات

تظهر أهمية الطائرات في المجال الزراعي في استعمالات رش مبيدات الآفات . ويوجد في قسم ١٢ ـ ١١ تلخيص لأنواع وخصائص الطائرات الزراعية ذات الجناح الثابت . إن نسبة استخدام الرش بالطائرات كانت صغيرة نسبياً ( ربما لم تتعدَ ١٠ ٪ ) . . حيث استخدمت طائرات الرش العمودية في عام ١٩٧٠ ولكن هذه النسبة زادت في السنوات الأخيرة .

وتتميز طائرات الرش على المعدات الأرضية أساساً في سرعة الرش وفي مقدرتها على استعمال مواد في أوقات يصعب على المعدات الأرضية فيها الدخول إلى الحقل . إلا أن مدى التغطية لأسطح النباتات ليست بالجودة التي عليها في حالة المعدات الأرضية وخاصة في حالة النباتات التي أطوالها من ٠,٩ إلى ١,٥ متر [٣ إلى ٥ قدم][١٧] . . ولكن الرش بالطائرات يعطي تحكماً مناسباً (اقتصادياً) لعديد من الاستعمالات وبتكلفة للهكتار قابلة للمقارنة لاستعمالات التجهيزات الأرضية .

ويمثل انجراف المواد واحدة من المشاكل الخطيرة في استعمالات الرش بالطائرات . فتشغيل الطائرات في حد ذاته يمثل خطورة ويعتمد أكثر على توفر

الظروف الجوية المثالية مقارنة بالعمليات الأرضية كما أنها أقل كفاءة ، وأكثر تكلفة للمساحات الصغيرة .

وبالمقارنة مع طائرات الرش ذات الجناح الثابت نجد أن الطائرات العمودية أكثر أمناً ولها مقدرة أكبر على المناورة في المساحات المحدودة أو الحقول الغير منتظمة الشكل . وبسبب دفع الهواء لأسفل بفعل مروحة الطائرة العمودية فإن اختراق الرش أو التعفير بين الأوراق الكثيفة للنباتات الطويلة في البساتين يكون أحسن عندما تطير الطائرة على سرعات أمامية منخفضة (٢٤ إلى ٤٠ كيلومتر/الساعة [١٥ إلى ٢٥ ميل/الساعة])[١٣،٣١]. وثمن الطائرة العمودية الجديدة هو ضعف ثمن الطائرة ذات الجناح الثابت تقريباً . ولا تحتاج الطائرة العمودية إلى ممرات للإقلاع أو الهبوط حيث يمكنها أن تهبط على مقربة من الحقل الذي يعالج . وزمن الدوران عند نهايات الحقل أقل . كما أن حمولتها تصل إلى نصف حمولة الطائرات ذات الجناح الثابت (٢٧٠ إلى ٥٤٠ كيلوجرام بالمقارنة مع ٤٥٠ إلى ١١٣٠ كيلوجرام [ ٦٠٠ إلى ١٢٠٠ رطل بالمقارنة مع ١٠٠٠ إلى ٢٥٠٠ رطل ] . ونظراً لقلة الوقت الغير منتج فإن معدل التغطية للطائرات العمودية (هكتار/ ساعة) يكون مساوياً لمعدل التغطية في حالة الطائرات ذات الأجنحة الثابتة .

ويستعمل رش الطائرات دائماً في صورة مركزة ، وعادة على معدلات من ٩ إلى ٩٥ لتر/ هكتار [١ إلى ١٠ جالون/ أيكر] . وإذا ما سمحت تضاريس منطقة الرش فعادة يمكن لطائرات الرش أن تطير على ارتفاعات قريبة وليست أكثر من ١,٥ إلى ٣ أمتار [٥ إلى ١٠ أقدام] فوق قمم النباتات . وطائرات الرش ذات الجناح الثابت تطير عادة على سرعات من ١٣٠ إلى ١٩٠ كيلومتر/ الساعة [٨٠ إلى ١٢٠ ميل/ الساعة]، بينما قد تطير الطائرة العمودية على سرعة منخفضة تصل إلى ٢٤ كيلومتر/الساعة [١٥ ميل/الساعة] فوق النباتات

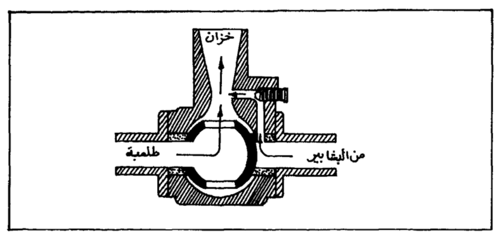
العالةيولكن في أغلب الحالات تطير على سرعات بين ٦٥ إلى ٩٥ كيلومتر/ الساعة [ ٤٠ إلى ٦٠ ميل / الساعة ] .

**١٣ - ٣٠ الطلمبات ووسائل الترذيذ :**

تستعمل الطلمبات الطاردة المركزية بكثرة نظراً لسعاتها العالية وقدرتها على تداول المواد الخشنة الموجودة في سوائل الرش . ويمكن تشغيلها عن طريق محرك مساعد (على طائرة الرش ذات الجناح الثابت فقط) ، أو من مصدر قدره أو من موتور كهربائي أو هيدروليكي . ويستعمل عادة التقليب الهيدروليكي حيث يتم ضخ كل تصرف الطلمبة مرة أخرى للخزان عند توقف الرش ، ولا يتم التقليب في الفترات القصيرة للرش .

وتركب البشابير الهيدروليكية على حامل مستمر وعلى مسافات متقاربة (غالباً حوالى ٣٠ سنتيمتراً [١ قدم])، وعلى معظم طائرات الرش ذات الجناح الثابت تكون أطوال حوامل البشابير أقصر من طول الجناح . بينما تكون في الطائرة العمودية أطول من قطر مروحتها بمقدار ٣ إلى ٤,٥ متراً (١٠ إلى ١٥ قدم) . ويكثر استعمال البشابير المخروطية المجوفة ذات المدخل الجانبي ، النافورات ، وفي بعض الأحيان البشابير المروحية . وضغط السائل يتراوح بين ١٤٠ إلى ٤١٠ كيلوباسكال [٢٠ إلى ٦٠ رطل/بوصة مربعة]. ولتقليل انجراف القطرات فيتم الرش بالطائرات على معدلات من ٤٥ إلى ٩٥ لتر/هكتار [٥ إلى ١٠ جالون/أيكر] حيث تكون قطرات الرش أكبر من تلك الناتجة من المعدات الأرضية . وعلى أي حال فإن التوزيع الجانبي يكون عادة أقل انتظاماً ف يحالة القطرات الكبيرة (الناتجة عن بشبوري نافورة) عنه في حالة القطرات الدقيقة . ويزود كل بشبوري بصمام غشائي للتحكم حيث يقفل هذا الصمام على ضغط ٣٥ كيلوباسكال [٥ رطل/بوصة مربعة] عند قطع سريان المحلول عن البشابير ويقل الضغط في المواسير الموصلة إليها وبذلك يمنع

التنقيط من البشابير . ويصمم الصمام الذي يقوم بتحويل تصرف الطلمبة من المواسير الموصلة للبشابير ليعود إلى الخزان ليعطي شكل الفنتوري ، شكل (١٣ ـ ١١) . فعند تحويل تصرف الطلمبة إلى الخزان (كما موضح بالشكل) فإن تأثير الفنتوري يعمل على إحداث تفريغ بسيط في خط المواسير الموصلة للبشابير وبذلك يقل الضغط عندها وبسرعة ويقفل صمام التحكم الغشائي للبشابير . كما يمنع الضغط السالب الناتج عن ذلك من عمليات التسرب عند فشل الصمامات .




شكل ١٣ ـ ١١ الصمام الفنتوري .

وتستعمل أحياناً المرذذات الدورانية مع طائرات الرش ، وتركب عادة بعدد أربعة للطائرة . وقد تدار هذه المرذذات عن طريق مراوح ذات خطوة انضباطية أو لا انضباطية أو موتور كهربائي . وكما سبق الإشارة في قسم ١٣ ـ ٧ وفي شكل (١٣ ـ ٥) فإن القطرات الناتجة تكون صغيرة نسبياً مما يزيد من مشكلة الانجراف، ولكنها تحسن من انتظام واكتمال التغطية مع معدلات الرش المنخفضة جداً . وهذه الوسائل تدور على سرعات من ٤٠٠٠ إلى ٨٠٠٠ لفة/ دقيقة، وفي بعض الأحيان أعلى من هذا، كما أنها تحتاج إلى عناية وصيانة فائقة، وهي عرضة للأعطال، بينما لا تتطلب البشابير الهيدروليكية أي من هذه

الصيانة . ولكن بسبب أن لها فتحات تصرف كبيرة مقارناً مع البشابير الهيدروليكية فهي ليست عرضة للانسداد عند معدلات التصرف المنخفضة .

ويستعمل الترذيذ بنافورة السائل المنخفضة السرعة على بعض الطائرات العمودية . وكما أشير في قسم ١٣ ـ ١٠ فهي تنتج قطرات كبيرة ومنتظمة عند تعليق حامل البشابير أمامياً بالنسبة للمروحة ويوجه التصرفات الخارجة بعناية لتصبح في اتجاه حركة سريان الهواء النسبية الناتجة من الحركة الأمامية للطائرة . ولم تكن النتائج المتحصل عليها مرضية في حالة طائرات الرش ذات النجاح الثابت وذلك بسبب الدوامات الهوائية التي تؤدي إلى ترذيذ ثانوي ، وينتج عن ذلك مدى واسعاً لمختلف القطرات ، ونسبة أكبر من القطرات الصغيرة[٢٨] .

## التعفيـــر

بالرغم من أنه قد قل كثيراً استعمال العفارات في السنوات الأخيرة وذلك أساساً بسبب مشكلة الانجراف وانخفاض كفاءة وصول المادة الفعالة إلى النبات ، إلا أنه يوجد بعض الاستعمالات والحالات والتي يفضل فيها التعفير عن الرش . وقد يكون حجم الحبيبات الصغيرة (القطر الوسطي العددي من ١ إلى ١٠ ميكرون) ميزة ، حيث يكون من الأهمية التغطية الكاملة في النباتات الكثيفة .

وتعتبر العفارة بسيطة في تركيبها ، ومشاكلها أقل من الرشاشة ، ولا تحتاج إلى ماء ولكن يتطلب التعفير هدوء الظروف الجوية . وتكون معدلات التعفير عادة من ٢٢ إلى ٥٥ كيلوجرام/ هكتار [ ٢٠ إلى ٥٠ رطل/ أيكر ] .

### ١٣ ـ ٣١ العفارات الأرضية :

تستخدم العفارات تياراً من الهواء لحمل ودفع مسحوق التعفير . وتستعمل أنواع عديدة من المراوح على العفارات الأرضية . كما تستعمل مخارج تنتهي بموزع على شكل ذيل سمكة لتوزيع مسحوق التعفير أو يزود بيت المروحة بفتحتان لخروج المسحوق كما في رشاشات الدفع الهوائي لتعفير محصول العنب والبساتين . والوحدات متعددة البشابير المستخدمة لتعفير المحاصيل الحقلية أو محاصيل الصفوف لها أنابيب من مطاط متصلة بمجمع أو

ببيت المروحة . وتثبت موزعات التعفير على أبعاد متساوية على حامل يمكن التحكم في ارتفاعه ليعطي تصرفاً قرب النباتات . ونظام التغذية العادي يحتوي على فتحة تلقيم بقاع الخزان يمكن ضبطها ليخرج مسحوق التعفير إلى المروحة ، كما يوجد مقلب أو أكثر فوق فتحة التلقيم . ولكن بهذا الترتيب يكون معدل التلقيم غير منتظم بسبب الاختلاف في ارتفاع المسحوق فوق فتحة التلقيم ، الكثافة الظاهرية للمسحوق ، انسياب المسحوق وتكتل حبيبات مسحوق التعفير . وبريمة التغذية الرأسية التي طورت بواسطة وزارة الزراعة الأمريكية [١٣] ، تلغي أو تقلل تأثير معظم هذه المتغيرات لتعطي معدلات تغذية منتظمة .

وقد زاد شحن حبيبات المسحوق بشحنات الكتروستاتيكية من نسبة التصاقه على النباتات (قسم ١٣ ـ ٦) . كما استعملت طرق أخرى لمحاولة تقليل الانجراف وزيادة فرصة وصول المسحوق إلى النبات تشمل هذه الطرق:

أ ـ استعمال غطاء قماش يجر فوق النباتات أثناء التعفير لينتشر بداخله المسحوق .

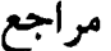
ب ـ إضافة رذاذ من الماء أو الزيت عند مخارج المسحوق من موزعات التعفير .

### ١٣ ـ ٣٢ التعفير بالطائرات :

تزود خزانات مساحيق التعفير في الطائرات ذات الجناح الثابت بمراوح وقلابات وعادة ببعض فتحات التلقيم وبوابات تغذية يمكن ضبطها والتحكم فيها . ويدخل مسحوق التعفير إلى اختناق حيث تزداد سرعته ، وهو يشابه الوحدات المستعملة لتوزيع الأسمدة ، (قسم ١٢ ـ ١١) ، وقد يكون أطول وأعرض إذا خصص أساساً لعمليات التعفير . . وتعمل الخصائص الدوامية عند طرف الجناح عل توزيع المسحوق بعيداً للخارج مع ميل لزيادة كميات

المسحوق في مركز شريحة التعفير . ولتحسين التوزيع العرضي للمساحيق يتم التعفير بطائرات الجناح الثابت على ارتفاعات أعلى قليلاً مما هو عليه في حالة الرش .

ويركب خزانان على كل جانب في الطائرات العمودية وتزود بمقلبات تدار بمواتير كهربائية . وقد تكون وسيلة التغذية إما بوابات أو عجلات مموجة . وتستعمل حركة مروحة تبريد المحرك في دفع هواء هواء إلى أنابيب فنتورية تحت مخارج تصرف الخزانين . ويخرج المسحوق في هذه الأنابيب ليصرف إلى أسفل وللخارج إلى مجال مروحة الطائرة الذي يعمل على تطايره إلى أسفل .




1 - AMBERG, A. A., and B. J. BUTLER. High - speed photography as a tool for spray - droplet analysis. Trans. ASAE, 13(5): 541 - 546, 1970 .

2 - BODE, L. E., M. R. GEBHARDT, and C. L. DAY. Spray - deposit patterns and droplet sizes obtained from nozzles used for low - volume application. Trans. ASAE, 11(6): 754 - 756, 761, 1968 .

3 - BOUSE, L. F. Use of pulsed jets to atomize various liquids. Trans. ASAE, 18(4): 618 - 622, 1975 .

4 - BOWEN, H. D., and W. E. SPLINTER. Field testing of improved electrostatic dusting and spraying equipment. ASAE Paper 68 — 150, June, 1968 .

5 - BRANN, J. L., Jr. Factors affecting use of airblast sprayers. Trans. ASAE, 7(2): 200 - 203, 1964.

6 - BROOKS, F. A. The drifting of poisonous dusts applied by airplanes and land rigs. Agr. Eng., 28: 233 - 239, 244, June, 1947 .

7 - BUTLER, B. J., N. B. akesson, and W. E. YATES. Use of spray adjuvants to reduce drift. Trans. ASAE, 12(2): 182 - 186, 1969 .

8 - BYASS, J. B., G. S. WEAVING, and G. K. CHARLTON. A low - pressure airblast nozzle and its application to fruit spraying. I. Development. J. Agr. Eng. Res., 5: 94 - 108, 1960.

9 - CASSELMAN. T. W., C. WEHLBURG. W. G. GENUNG, and P. L. THAYER. Evaluation of electrostatic charging of chemical dusts. Trans. ASAE, 9(6): 803 - 804, 808, 1966.

10 - COUTTS, H. H., and W. E. YATES. Analysis of spray froplet distributions from agricultural aircraft. Trans. ASAE, 11(1): 25 - 27, 1968.

11 - FRENCH, O, C. Spraying equipment for pest control. California Agr. Expt. Sta. Bull. 666, 1942.

12 - Frost, K. R., and G. W. WARE. Pesticide drift from aerial and ground applications. Agr. Eng., 51: 460 - 464, Aug., 1970.

13 - GLAVES, A. H. A new dust feed mechanism for crop dusters. Agr. Eng., 28: 551 - 552, 555, Dec., 1947.

14 - HILL, R. F., and R. T. Jarman, The performance of some rotary sprayers. J. Agr. Eng. Res., 3: 205 - 213, 1958.

15 - HOWITT, A. J., and A. PSHEZ. The development and use of ultra low volume ground sprayers for pests attacking fruit. Michking fruit ' Michigan Agr. Expt. Sta. Guarterl Bull., 48: 144 - 160, Nov., 1965.

16 - ISLER, D. A., and J. B. CARLTON. Effect of mechanical factors on atomization of oilbase aerial sprays. Trans. ASAE. 8(4): 590 - 591, 593, 1965.

17 - KILGORE, W. W., W. E. YATES, and J. M. OGAWA. Evaluation of concentrate and dilute ground air - carrier and aircraft spray coverage. Hilgardia, 35: 527 - 536, Oct., 1964. California Agr. Expt. Sta.

18 - NORDBY, A., and J. HAMAN. The effect of the liquid cone form on spray distribution of hollow cone nozzles. J. Agr. Eng. Res., 10: 322 - 327, 1965.

19 - PERRY, R. H., C. H. CHILTON, and S. D. KIRKPATRICK, Editors. Chemical Engineers' Handbook, 4th Edition, pp. 18 - 63 to 18 - 68. McGraw - Hill Book Co., New York, 1963.

20 - ROTH, L. O., and J. G. PORTERFIELD. Spray drop size control. Trans. ASAE, 13(6): 779 - 781, 784, 1970.

21 - SPLINTER, W. E. Air - curtain nozzle developed for electrostatically charging dusts. Trans. ASAE, 11(4): 487 - 490, 495, 1968.

22 - SPLINTER, W. E. Electrostatic charging of agricultural sprays. Trans. ASAE, 11(4): 491 - 495, 1968.

23 - Spraying Systems Co. Cuves of particle size versus pressure and accumulated volume percentages, 1966 - 1969.

24 - TATE, R. W., and L. F. JANSSEN. Droplet size data for agricultural spray nozzles. Trans. ASAE, 9(3): 303 - 305, 308, 1966.

25 - WILCE, S. E., et al. Drop size control and aircraft spraying eequipment. Agr. Aviation, 16(1): 7 - 13, 16, Jan., 1974.

26 - WILSON, J. D. Facts you should know about air - blast spraying. Amer. Veg. Grower, 4(5):!, 32 - 33, May, 1956.

27 - YATES, W. E., and N. B. AKESSON. Hydraulic agitation requirements for pesticide materials. Trans. ASAE, 6(3): 202 - 205, 208, 1963.

28 - 28 - YATES, W. E., and N. B. AKESSON, Reducing pesticide chemical drift.

Pesticide Formulations : Physical Chemical Principles, Chap. 8. W. Van Valkenburg, Editor. Marcel Dekker, New York, 1973.

29 - YATES, W. E., N. B. AKESSON, and H. H. COUTTS. Evaluation of drift residues from aerial applications. Trans. ASAE, 9(3): 389 - 393, 397, 1966.

30 - YATES, W. E., N. B. AKESSON, and H. H. Coutts. Drift hazards related to ultralow - volume and diluted sprays applied by agricultural aircraft. Trans. ASAE, 10(5): 628 - 632, 638, 1967.

31 - YATES. W. E., J. M. OGAWA, and N. B. AKESSON. Spray distridutions in peach orchards from helicopter and ground application. ASAE Paper 68 - 617, Dec., 1968.

32 - YEO, D. Assessment of rotary atomizers fitted to a Cessna aircraft. Agr. Aviation, 3(4): 131 - 135, 1961.

## مسائل

١٣ ـ ١ خزان رشاشة مستدير القاع حجمه ٠,٩٥ متر مكعب ، طوله ١,٥ متر وبعمق ٠,٩ متر . ويتم التقليب ميكانيكياً بأربعة ريش بطول ٢٨٠ مليمتراً (قطر الدوران) وبعرض ٢٠٠ مليمتر مركبة على محور على بعد ١٥٠ مليمتراً من قاع الخزان .

أ ـ احسب أقل سرعة دورانية بالدورة في الدقيقة لتقليب خليط يحتوي على ١٠٪ زيت ، ٩٠٪ ماء .

ب ـ إذا كانت الكفاءة الميكانيكية لقدرة النقل هي ٩٠٪ . فما هي القدرة المطلوبة للتقليب ؟

١٣ ـ ٢ أ ـ تحت ظروف المسألة ١٣ ـ ١ ما هو معدل التصرف الواجب رجوعه للخزان للتقليب الهيدروليكي على ضغط ٤٠٠ كيلوباسكال ، ٢,٧٥ ميجا باسكال ؟

ب ـ إذا كانت كفاءة الطلمبة هي ٥٠٪ . احسب القدرة الداخلة للطلمبة والمطلوبة للتقليب الهيدروليكي عند كل ضغط .

جـ ـ قارن في جدول النتائج المتحصل عليها من المسائل ١٣ ـ ١ ، ١٣ ـ ٢ . لاحظ النقص في معدل الرجوع للخزان والزيادة في متطلبات القدرة عند زيادة الضغط في التقليب الهيدروليكي .

١٣ ـ ٣ حامل بشابير على رشاشة حقلية ، يحتوي على ٢٠ بشبوري موزعة على مسافات بينها ٤٦ سنتيمتراً . فإذا كان أقصى معدل رش هو ٧٥٠ لتراً/ هكتار على ضغط ٥٢٠ كيلو باسكال وسرعة أمامية ٦,٥ كيلو متر/ الساعة .

أ أ احسب تصرف الطلمبة باللتر/ دقيقة على فرض أن ١٠٪ من تصرفها يرجع مرة ثانية للخزان تحت هذه الظروف .

ب ـ إذا كان التقليب الميكانيكي يحتاج إلى ٣٧٥ وات ، وكفاءة الطلمبة ٥٠٪ . احسب قدرة المحرك اللازمة للتشغيل على فرض أن المحرك لا يحمل بأكثر من ٨٠٪ من قدرته .

جـ ـ احسب تصرف البشبوري الواحد (لتر/ دقيقة) تحت الظروف السابقة .

د ـ إذا كانت زاوية رش البشبوري هي ٧٠° ونظام الرش يحتاج إلى ٥٠٪ تداخل لانتظام التغطية (عرض الرش يكون ٥٠٪ أكبر من المسافات بين البشابير) فما هو ارتفاع حامل البشابير فوق قمم النباتات؟

١٣ ـ ٤ رشاشة حقلية مزودة ببشابير تصرفاتها ٠,٤٢ لتر/ دقيقة من الماء عند ضغط ٢٧٥ كيلو باسكال ، والمسافات بين البشابير ٥١ سنتيمتراً . فإذا تم خلط ١ كيلو جرام من المادة الفعالة (2,4D) مع ٨٠ لتر ماء ، ويتم استعمال الخليط بمعدل كيلوجرام من المادة الكيماوية لكل هكتار .

احسب السرعة الأمامية الواجب ضبطها إذا كان ضغط البشبوري ٢٠٠ كيلو باسكال .

١٣ ـ ٥ بشبوري مخروطي أجوف توزع قطراته بين دائرتين مركزيتين . فبفرض أن قطر الدائرة الداخلية هي ٧٠٪ من قطر الدائرة الخارجية وأن توزيع القطرات يكون منتظماً بين الدائرتين . ارسم التوزيع النظري لنمط الرش والمتوقع إذا تحرك الشبوري أمامياً في اتجاه ثابت .

١٣ ـ ٦ إذا كان معدل الرش من بشبوري مروحي على شريحة مركزية تحت البشبوري بمسافة رأسية قدرها ٤٣٠ مليمتر وعرضها ٢٠ سنتيمتراً هو ١٥ مليمتر/ دقيقة لكل واحد سنتيمتر من عرض الرش . فإذا تناقص التصرف لكل واحد سنتيمتر من عرض الرش بانتظام على جانبي هذه الشريحة المركزية ليصبح صفراً على بعد ٣٦ سنتيمتراً من مركز رش البشبوري .

أ ـ ارسم بمقياس رسم منحني توزيع الرش (مماثلاً للقطاع ذو الخطوط المنقوطة في( شكل ١٣ ـ ١٠ ) .

ب ـ على نفس الرسم ارسم منحنى التوزيع عند زيادة ارتفاع البشبوري لمسافة ٥٨٥ سنتيمتراً . بين كيفية الحصول على هذا المنحنى .

جـ ـ احسب زاوية رش البشبوري .

د ـ إذا كانت المسافة بين البشابير على حامل البشابير هي ٥٠ سنتيمتراً . فما هو ارتفاع حامل البشابير الذي يعطي تغطية منتظمة ؟

١٣ ـ ٧ رشاشة دفع هوائي تعمل على سرعة ٤ كيلومتر/ الساعة وبمعدل رش ١٩ لتر لكل شجرة . فإذا كانت الأشجار موزعة على مسافات ٩×٩ متر وكل بشبوري يعطي ٤ لتر/ دقيقة عند ضغط تشغيل قدره ٤١٥ كيلو باسكال .

أ - فإذا تم رش نصف الصف الطولي على كل جانب للآلة . احسب عدد البشابير اللازم استخدامه .

ب - احسب المساحة التي يمكن تغطيتها (هكتار) بخزان مملوء بالرش سعته ٢ متر مكعب .

# الباب الرابع عشر
# حصاد الدريس ـ القطع، والتكييف، والتصفيف

# الباب الرابع عشر
# حصاد الدريس: القطع، التكييف والتصفيف

## ١٤ ـ ١ مقدمة :

يزرع الدريس في أكثر من نصف مزارع الولايات المتحدة الأمريكية وبمساحة متوسطة حوالى ٢٠٪ من مساحة المحاصيل المحصودة الكلية . ويقدر إنتاج الولايات المتحدة من الدريس بأكثر من ٩٠ تيراجرام [١٠٠ مليون طن] سنوياً ، ويمثل البرسيم الحجازي المحصول الرئيسي فيها . هذا بالإضافة إلى حصاد الأعلاف الخضراء لعمل السيلاج . وتقتصر طرق استخدام محاصيل العلف الأخضر على التغذية المباشرة للحيوانات من الدريس الأخضر المحصود أو إنتاج كريات وأقراص مجففة منه .

ويعتبر التعامل مع الأعلاف الخضراء من العمليات المعقدة نسبياً ، وذلك لطبيعة المادة نفسها . فالدريس هو محصول له كتلة وحجم كبيرين ويحتوي عند الحصاد على ٧٠ إلى ٨٠٪ من الماء (على أساس الوزن الرطب) . ولكي يتم تخزينه فيجب أن يجفف إما طبيعياً أو صناعياً ليصل إلى محتوى رطوبي آمن بين ٢٠ إلى ٢٥ ٪ . ويستطيع الدريس المفكك الطويل أو البالات الغير مضغوطة منه أن يتحمل المستوى المرتفع من المحتوى الرطوبي وبدون تلف خطير عليه . كما أن القيمة النقدية المنخفضة نسبياً لكل هكتار من محصول الدريس تحد من الجدوى الاقتصادية لمكننة المساحات الصغيرة .

هذا بالإضافة إلى أنه دائماً ما يزرع على أراضي ذات انحدارات قد تكون حادة أو تحت ظروف أخرى تتعارض مع استخدام الميكنة .

وبالرغم من عدم حل جميع مشاكل الميكنة ، إلا أن العقد الذي بدأ في حوالى ١٩٥٥ م قد شهد التطور والاستعمال الأول لعدد كبير من الأنواع الهامة لمعدات حصاد الدريس . ومن هذه المعدات آلات التصفيف الذاتية الحركة، مجموعة المكيفات ـ الحاصدة ، حاصدات خاصة صممت للدريس ، آلات لقط البالات أوتوماتيكياً ، الناقلات (المقطورة منها والذاتي الحركة) ، مجمعات البالات والمعدات المشاركة لها ، تركيبات قاذفات البالات وذلك لآلات التبييل الحقلية ، آلات ترقيق وتكعيب الدريس ، المقطورات المزودة بأجهزة اللقط من الصفوف ، مراوح الدفع للدريس للتحميل الميكانيكي ورص الدريس الطويل المفكك .

وتعتبر آلات تبييل الدريس في صورة بآلات أسطوانية أو مستطيلة من الآلات المطورة حديثاً. وهذه الآليات بالإضافة إلى النماذج المعدلة منها كانت موجودة سابقاً مثل المحاصد وآلات التجنيب ذات المضارب أو العجلات والأصابع ، آلات التبييل الحقلية العادية، آلات تقطيع الأعلاف بالقص أو بالاصطدام ، ناقلات العلف المقطوع ذات التفريغ الميكانيكي ، مراوح لدفع الأعلاف الخضراء ، آلات تكويم ورص الدريس ، وبعض المعدات البسيطة ، كلها متوفرة حالياً وتعطي اختياراً واسعاً لمختلف طرق حصاد الدريس أو السيلاج .

وتشمل الطرق العامة ، فيما يتعلق بالصورة الحقلية النهائية لناتج الحصاد ، على التبييل والترقيق أو التكعيب ، التقطيع الحقلي للحصاد المباشر للعلف الأخضر أو الأعشاب لعمل لاسيلاج ، التقطيع الحقلي للأعشاب الذابلة أو التي محتواها الرطوبي منخفضاً أو التقطيع الحقلي للدريس الناضج أو الناضج جزئياً لتداوله على صورة مفككة .

**١٤ ـ ٢ علاقة جودة المنتج بطرق الحصاد :**

إن كل طرق الحصاد وتخزين محاصيل الأعلاف ـ عموماً ـ يصحبها فقد في المحصول ونقصاً في جودته . وقد وجد أن نسب الفقد تتراوح من ٥ إلى ١٥٪ من المادة الجافة وذلك بسبب التنفس وفعل الأنزيمات خلال النضج الحقلي العادي (٢٢) . كما أن التعامل مع الدريس الجاف ينتج عنه تناثر وفقد في الأوراق مما يسبب فقداً جوهرياً في المادة الجافة . ونظراً لارتفاع نسبة البروتين في أوراق البرسيم عن السيقان فإن فقدها يقلل من قيمة الناتج الباقي من الدريس . وتحتوي أوراق البرسيم على حوالى ٧٠٪ من البروتين الكلي في النبات ، و٩٠٪ من الكاروتين (مصدر فيتامين أ) (٢٢) ، ويزداد فقد العناصر الغذائية بطول فترة التعرض للشمس والندى والأمطار .

وفي المناخات الرطبة ، حيث تسود الظروف الجوية الغير ملائمة ، فإن طرق الحصاد التي تقلل الفترة بين القطع والتخزين تساعد كثيراً على تقليل الفواقد في المحصول والجودة . طريق الإنضاج الجزئي في الحقل المتبوعة بالتجفيف الصناعي فق المخزن عن طريق الدفع الجبري للهواء المسخن أو الغير المسخن تعتبر من طرق تقليل وقت بقاء الدريس في الحقل .

وقد قورنت فواقد البرسيم في ثلاث طرق مختلفة للحصاد تحت ظروف مناخية عادية وذلك في اختبارات وزارة الزراعة الأمريكية USDA في ولاية ميريلاند (١٤) . وقد قدر الفقد في كمية البروتين بالنسبة لكمية البروتين الكلية في المحصول القائم قبل الحصاد مباشرة حيث وصل إلى ٢٣٪ في الإنضاج الحقلي لدريس طويل مفكك ، ٢٦٪ دريس تم إنضاجه في مخزن الحبوب ، و١٤٪ للسيلاج .

وقد أجريت اختبارات في كاليفورنيا لتحديد تأثير تجميع دريس البرسيم (على سرعة ٨ كيلومتر/ الساعة [٥ ميل/ الساعة] بآلة تجميع ذات مضارب مائلة أو تربيطه في حزم (بالات أو رقائق) تحت ظروف جفاف شديد ، وذلك

بالمقارنة مع أداء هذه العمليات تحت ظروف رطوبية مثالية [٧] . وقد كانت «المعالجة المناسبة» هي التجميع عند ٤٠ إلى ٥٠٪* رطوبة عندما كان الدريس متماسكاً بالندى، ثم ربطه في صورة بالات أو رقائق في الصباح عند ١٣ إلى ١٦٪ رطوبة قبل أن يجف الدريس بالقدر الكافي لسقوط الأوراق بدرجة ملموسة . وقد تم التجميع تحت ظروف جفاف بعد الظهر عند ١٠ إلى ١٥٪ رطوبة وتربيطه تحت ظروف جافة بعد الظهر عند ٥ إلى ٧٪ رطوبة .

وتحت هذه الظروف من الجفاف المفرط ، فقد قلل التجميع في الجفاف والتربيط عند المحتوى الرطوبي المناسب، من إنتاج البالات بحوالى ٢٥ ٪ بالمقارنة مع المعالجة المناسبة ، بينما قلل التجميع المناسب والتربيط في الجفاف من الإنتاج بمقدار ٤٪ فقط . وقد قلل التجميع في الجفاف والتربيط في الجفاف من المحصول بمقدار ٣٥٪ . . وكان متوسط البروتين الخام أقل من قيمته قبل الحصاد بالنسب التالية : المعالجة المناسبة ١,٤ ، تجميع في الجفاف ـ ٣,١، تربيط في الجفاف ـ ١,٨ ، تجميع وتربيط في الجفاف ـ ٤,٣ وقد كان المتوسط العام قبل الحصاد ٢٣,٦٪. ويشير النقص الأكبر لمحتوى البروتين لمعاملات الجفاف أن الأوراق تمثل معظم فواقد المادة الجافة. وقد كان صغر زيادة أوزان الأغنام هي انعكاس لنقص الجودة عند تغذيتها على هذا الدريس . وقد قلل التكييف من فترة النضج ولكن تأثيره قليلاً على كمية المحصول وجودته في أي من امعاملات التجميع والتربيط وذلك لأنه لم تواجه بعوامل جوية محددة للجودة .

---

( * ) يمكن أن يجري تجنيب المحصول عند نسب رطوبة منخفض نوعاً بدون فقد زائد في الأوراق .

# القطع

## ١٤ ـ ٣ أساسيات القطع :

لكي تحدث عملية القطع ، يجب أن يؤثر نظام من القوى على المادة المراد قطعها تحت تأثير فعل القص . وغالباً ما يكون القطع بعمل القص مصحوباً ببعض التشكلات بالانحناء أو الانضغاط والتي تزيد من كمية الشغل المطلوب لعملية لقطع . وتتم الطريقة العادية لاستعمال قوى القطع بواسطة عنصري قص مواجهين لبعضهما يتقابلا ويمران فوق بعضهما حيث يوجد بينهما خلوص صغير جداً أو قد لا يوجد . وقد يكون أي من العنصرين أو كلاهما متحركاً ، وقد تكون الحركة خطية بسرعة منتظمة ، أو ترددية أو دورانية .

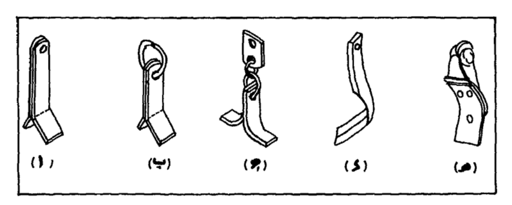
ويكفي وجود عضو قطع فردي سواء كان متحركاً أو ثابتاً بالنسبة للآلة إذا كانت طبيعة العملية تسمح بأن يؤدي سطحاً ثابتاً ، مثل سطح الأرض ، فعل أحد عناصر القص (مثل ما هو موجودة عليه أسلحة قطع الحشائش على العزاقات) . وإذا كانت المادة المقطوعة مثبتة تثبيتاً مناسباً وقوية نسبياً من حيث الانحناء ، (كما في حالة بنجر السكر) فقد تنقل المادة نفسها القوة المطلوبة لتواجه عنصر القطع الفردي . فالقاطع التصادمي له عنصر قطع فردي عالي السرعة ، ويعتمد أساساً على القصور الذاتي للمادة المقطوعة لإعطاء القوة المطلوبة لمواجهة حد عنصر القص .

### ١٤ ـ ٤ أنواع القواطع التصادمية :

تطبق أساسيات القطع بالتصادم في نوعين من الآلات والتي توصف عادة بالقواطع الدورانية ومضارب التقطيع (التجزيء) . ويكون للقواطع الدورانية مجموعة من السكاكين التي تدور في مستوى أفقي (كما في محصدة النجيل الدوارة) ، بينما يكون لمضارب التقطيع مجموعة من السكاكين التي تدور في مستوى رأسي وموازي لاتجاه الحركة .

وكان التطوير الأولي لهذه الآلات بغرض تقطيع السيقان ، الأغصان الصغيرة ، بقايا المحاصيل ، والمواد الخضراء الأخرى لتسهيل دمجها بالتربة ، ولتقطيع الحشائش وللأعمال الأخرى المشابهة . وفي أوائل الخمسينات عدلت قاطعات السيقان ومضارب القطع لتناسب جرش وتقطيع الأعلاف الخضراء بتكاليف رخيصة كبديل لآلات التقطيع الحقلية المعروفة . كما طورت حديثاً آلة تقطيع خاصة لحصاد الدريس . والقواطع الدورانية ، وهي عادة بعرض فعال من ١,٠ إلى ٢,١ متر [٣,٥ إلى ٧ أقدام] ولها وحدة دوارة فردية ، وعادة تكون مزودة بسكينتين (وفي بعض الأحيان بأربعة) على نهاية أذرع قطرية ـ ويكون للوحدات الأعرض من ٢ إلى ٣ وحدات دوارة حيث يكون عرض القطع لكل وحدة عامة من ٠,٧ إلى ٢,١ متر [٢٨ إلى ٨٤ بوصة] . وقد يصل العرض الكلي إلى ٦,١ متر [٢٠ قدم] . وعموماً تتراوح السرعة المحيطية للسكاكين من ٥١ إلى ٧٦ متر / ثانية [ ١٠٠٠٠ إلى ١٥٠٠٠ قدم / دقيقة] . وتشكل أذرع التثبيت أو السكاكين بطريقة ينتج عنه نوع من القوى الرأسية لرفع المواد الراقدة ورفع المواد المقطوعة لزيادة تقطيعها . وتركب السكاكين عادة بأذرع التثبيت بواسطة محاور مفصلية رأسية حيث تمكنها من التأرجح للخلف حين اصطدامها بعارض . وتعتبر القواطع الدورانية خطرة بسبب ميلها إلى قذف الأجسام الصلبة للخراج من تحت الغطاء وبطريقة عنيفة .

أما النوع الثاني (مضارب التقطيع أو التجزيء) فله سكاكين أو مضارب حرة التأرجح بعرض من ٥٠ إلى ١٥٠ مليمتراً [٢ إلى ٦ بوصة] ، ومركبة على المحور الدوار في ٣ أو ٤ صفوف ومتبادلة حيث يتداخل القطع قليلاً . ويوضح شكل ٤ ـ ١ بعض من الأشكال العديدة للسكاكين المستعملة . وتركب السكاكين أحياناً بواسطة حلقة أو وصلة سلسلة بدلاً من محاور الارتكاز لتعطي حرية أكبر لتحركها . ويتراوح عرض القطع للوحدات الحديثة بين ١,٢ إلى ٦,١ متر [٤ إلى ٢٠ قدماً] وتكون السرعة المحيطية أقل بعض الشيء عن ما هي عليه في حالة القواطع الدوارة حيث تتراوح بين ٤٦ إلى ٥٦ متر/ الثانية [٩٠٠٠ إلى ١١,٠٠٠ قدم/ دقيقة] وقد تكون أقل في بعض الأوقات . وترتفع تكاليف الصيانة عن تلك القواطع الدوارة ، بينما تكون مشكلة قذف الأجسام الصلبة أقل كثيراً .




شكل ١٤ ـ ١ بعض أنواع السكاكين المستعملة في مضارب التقطيع .

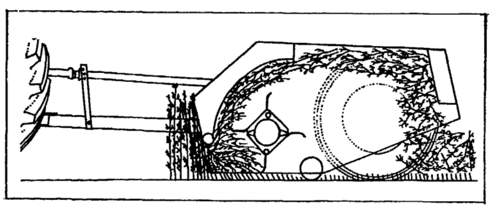
### ١٤ ـ ٥ المحاصد ذات المضارب :

لقد أسفرت المحاولات الأولى لاستعمال محاصد الدريس ذات المضارب عن فواقد حقلية كبيرة ، وذلك بسبب صغر القطع الناتجة والتي يصعب جمعها أو التقاطها . وقد قللت الفواقد باستعمال سرعات محيطية أقل (٤٣ متر/ الثانية [٨٥٠٠ قدم/ دقيقة] أو أقل) وبتصميم الغطاء بحيث يعطي

انحناء أمامياً للنباتـات ليحدث القـطع من عند القـاعدة ولإعـطاء مسافـة فوق المحور الدوار لتقليل فرصة إعادة القطع (شكل ١٤ ـ ٢) [١٩] .

وينتج عن فعل التفديغ والتصـادمات المتتـالية للسكـاكين على السيقان تأثيراً تكييفياً مما يزيد من معدل التجفيف .

ويـزود العرض الكـامل للمحصـدة بعجلة قياس مـوجودة مبـاشرة خلف المحور الدوار (شكل ١٤ ـ ٢) لتعطي تحكمـاً دقيقاً في ارتفـاع القطع وتمنـع إزالة الطبقة الأرضية السطحية من الأمـاكن المرتفعـة . ويتراوح عـرض القطع عـادة بين ٨ إلى ـ ٣, متـر [٦ إلى ١٠ أقـدام] . والنـوع المقــطور من هـذه المحـاصد يتم جـره خلف الجرار بـانحراف معين بحيث يتحـرك الجرار على الدريس المقطوع بدلاً من تحركه على المحصول القـائم . ويكون لبعض من هذه الوحدات بريمة مستعرضة أو موجهات متحركة لتسمح بعمل صفوف طولية من الدريس أثناء قطعه . وفي النوع المعلق منها تعمـل عجلات الجـرار على إمالة بعض من المحصول القائم على الأرض ولكن المضارب تكون فعالة في التقاطع . وحتى مـع المحاصـد ذات المضارب والمصممـة خصيصاً لحصـاد الدريس تكون كمية المحصول المتحصل عليها من المحصول القائم عادة أقل بمقدار من ٥ إلى ١٠٪ عن المحاصد العادية أو آلات التجميع (١ ، ١١ ، ١٥ ، ١٠ ، ٢٠) . ولكن تحت ظروف المحاصيل الراقدة بدرجـة شديـدة قد تكـون الكيمة المتحصل عليها من المحصول باستعمال المحاصد ذات المضارب أكثر من المحاصد العادية [١٥] وتكون متطلبات القدرة للمحـاصد ذات المضـارب أكبر بكثير من المحاصد العادية الأخرى .



شكل ١٤ ـ ٢ رسم تخطيطي لقطاع في محصدة ذات مضارب. Courtesy of Avco New Idea Div,. Avco Corp.

### ١٤ ـ ٦ العناصر الوظيفية وأنواع المحاصد ذات مشط الحصاد:

يجب أن تكون المحاصد ذات مشط الحصاد قادرة على قطع النبات بطريقة مرضية من ارتفاع بين ٢٥ إلى ٥٠ مليمتراً [١ إلى ٢ بوصة] فوق سطح الأرض، وقد يصل إلى ١٠٠ مليمتر [٤ بوصة] أو أكثر. كما يجب أن تكون قادرة على قطع مختلف المواد المحصولية، من الأعشاب ذات الأوراق الرقيقة إلى السيقان القوية وبطريقة متقنة وبدون إعاقة. كما يجب أن تكون الأجزاء القاطعة ذات حماية فعالة ضد الأحجار والعوائق الصلبة ويجب أيضاً أن تكون قادرة على القطع خلال الهضاب الصغيرة والموجودة أحياناً في التربة وبدون الإضرار بها.

وقد أجريت محاولات عديدة لإحلال السكينة الترددية بوحدات قطع مستمرة الحركة ولكن لم تصل أي منها إلى مرحلة لها جدوى وظيفية أو تجارية. ومشط الحصد المعروف، والذي لاقى قبولاً محدوداً، له سكينتين ترددتين مواجهتين لبعضهما. ولا توجد لهما حوافظ. فغياب الحوافظ يقلل كثيراً من فرصة الانسداد أثناء حصاد المحاصيل الكثيفة ولكن قد يمثل مشكلة في حالة الحصاد تحت ظروف وجود الأحجار. وتعتبر المحاصد ذات السكينة المزدوجة متزنة ديناميكياً. ويمكنها أن تعمل على سرعات أمامية عالية عن المحاصد

العادية وتترك الحقل بعد الحصاد حيث يكون ارتفاع بقايا النباتات منتظماً لكنها عالية الثمن.

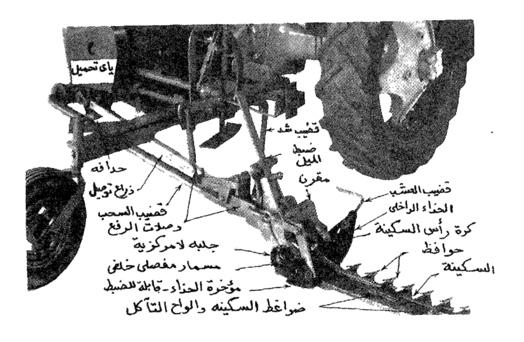
**١٤ ـ ٧ المحصدة ذات مشط الحصاد:**

يظهر تركيب وتعليق المحصدة ذات مشط الحصاد النمطية في شكل ١٤ ـ ٣، ولا يظهر في هذا الشكل الحذاء الخارجي وأجزاء ولوح الحصد. ووظيفة لوح الحصد والمركب في مؤخرة الحذاء الخارجي هي عمل حد فاصل بين المحصول القائم والمجاور مباشرة للمحصول، لتسهيل مرور الحذاء الداخلي في الدورة التالية. والمسافات بين الحوافظ تكون ٧٦,٢ مليمتر [٣ بوصة] ومشوار السكينة عادة يكون ٧٦,٢ مليمتر (٣ بوصة)، ولكن قد تستعمل أبعاد أخرى أيضاً لمشوار السكينة من ٦٣ إلى ٩٥ مليمتر [٢ $\frac{1}{2}$ إلى ٣ $\frac{3}{4}$ بوصة ] وذلك مع مسافات ٧٦,٢ مليمتر بين الحوافظ .

ويضبط ارتفاع القطع عن طريق الزحافتين (الحذاء الداخلي والخارجي) عند نهايات مشط القطع. ويعمل ياي التحميل (والذي يمكن ضبطه) والمبين في شكل ١٤ ـ ٣ ومن خلال توصيلات الرفع على معادلة ثقل معظم وزن جهاز الحصد وبالتالي يبدو جهاز الحصد كما لو كان عائماً على سطح الأرض.

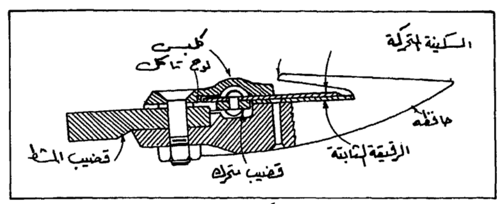
ويمكن ضبط توصيلات الرفع لتغير الكميات النسبية من الأحمال (القوى) على الحذاء الداخلي والخارجي. وهذه الأحمال يجب أن تكون بالقدر الكافي الذي يمنع ارتداد جهاز الحصد. وتتأثر الأحمال المناسبة بدرجة استواء الحقل والسرعة الأمامية. والقيم النمطية لها تكون من ٣٦٠ إلى ٤٤٠ نيوتن [ ٨٠ إلى ١٠٠ رطل ] على الحذاء الداخلي ومن ٩٠ إلى ١٣٠ نيوتن [ ٢٠ إلى ٣٠ رطل ] على الحذاء الخارجي .

ويبين شكل ١٤ ـ ٤ قطاعاً في وحدة القطع، وتكون الرقائق الثابتة عادة




**شكل ١٤ - ٣ محصدة نصف معلقة**

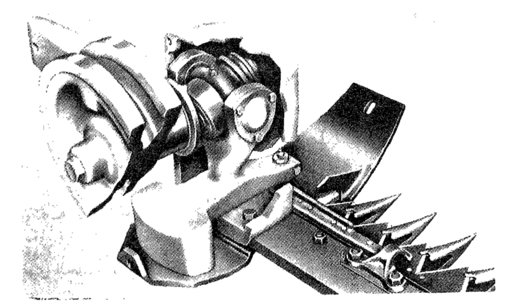
مشرشرة على حافتها السفلية ويتم تغييرها أحياناً ولكن لا يتم سنها. وقد تكون حواف سكينة القطع المتحركة أما ملساء أو مشرشرة على سطحها السفلي، ويتم سن كلا النوعين على فترات وعلى الحواف المائلة لها. وتصلح السكاكين المشرشرة لقطع السيقان الغليظة للمحاصيل لأنها تقلل من الانزلاق الأمامي للسيقان أثناء القطع. ومع ذلك فهي تسبب مشاكل في قطع الأعشاب وذلك بسبب انزلاق السيقان الرقيقة تحت السلاح. وتركب كلبسات للسكاكين وألواح التآكل معاً، وعادة على مسافات بين كل ٣ أو ٤ حوافظ (شكل ١٤ - ٣). وتركز مؤخرة السكين المتحرك على ألواح التآكل التي تمتص القوى الخلفية على السكاكين. ويتم ضبطها في الاتجاه الأمامي - الخلفي، كما يراعي تجديدها كلما لزم الأمر، وإلا أصبح جهاز الحصد مفككاً كما يصبح السكين المتحرك عرضة للاهتزاز إلى أعلى وإلى أسفل أثناء حركته الترددية.




شكل ١٤ ـ ٤: قطاع في جهاز الحصد مبيناً السكينة المتحركة فوق الرقيقة الثابتة مباشرة.

### ١٤ ـ ٨: أنظمة نقل الحركة للسكين:

يمكن نقل الحركة إلى مجموعة السكاكين من خلال ذراع التوصيل المتصل بنهاية السكاكين عن طريق مفصل كروي كما هو مبين في شكل ١٤ ـ ٣ أو النقل من الحركة الدورانية والتي تتم عن طريق وحدة إدارة متمركزة تماماً على الحذاء الداخلي. ويوضح شكل ١٤ ـ ٥ أحد أنظمة تركيب وحدة الإدارة على الحذاء الداخلي.



شكل ١٤ ـ ٥: وحدة إدارة مركبة على الحذاء الداخلي لجهاز الحصد وتستعمل وصلة ترددية لتحريك السكاكين ولها ثقل موازن ترددي. (Courtesy of International Harvester Co.)

ويسمى هذا النظام بـ «الإدارة ذات الوصلة الترددية» وهو بسيط، ويستعمل في بعض الأحيان (عادة بدون الثقل الموازن) لتشغيل المناجل على آليات حصاد من أنواع مختلفة. وبدوران المحور الرئيسي تنتقل الحركة إلى تذبذب في المستوى الأفقي لتحرك مجموعة السكاكين.

وقد طور تشن(٦) معادلات للحركة الزاوية للوصلة الترددية. ويمكن أن نستنتج من معادلته للإزاحة الزاوية أن العلاقة بين الإزاحة الخطية للعضو المتردد، وزاوية الدوران للمحور يمكن أن تكون على صورة منحنى حبيبي فقط إذا كان لذراع التذبذب حامل انزلاقي وأن يظل ذراع العزم (المسافة العمودية) بين العضو المتردد ومركز التذبذب ثابتاً.

ولا يوجد لأجهزة الإدارة المركبة على الحذاء الداخلي أي مشاكل بالمقارنة بأنواع أجهزة الإدارة الأخرى، ولا تتأثر بالزاوية الرأسية لجهاز القطع، إلا أنها أغلى ثمناً. ودائماً لا يتوفر لأجهزة الإدارة المركبة على الحذاء الداخلي وسائل للاتزان الديناميكي للسكاكين (راجع قسم ١٤ ـ ١٥). وتكون سرعة عمود المرفق على معظم الحاصدات بين ٨٥٠ إلى ١٠٠٠ لفة/دقيقة وذلك للأنواع العادية منها، ومن ١٠٠٠ إلى ١٢٠٠ لفة/دقيقة للأنظمة المتزنة ديناميكياً، و ٨٠٠ إلى ١١٥٠ لفة/دقيقة لأجهزة الإدارة المركبة على الحذاء الداخلي وليس لها اتزاناً ديناميكياً.

ويكون لمعظم أجهزة الإدارة على الحاصدات سيورا ناقلة على شكل V وهي تعطي نوعاً من الحماية ضد التحميل الزائد، كما تعمل كوسداة لتلطيف العزوم الكبيرة والعالية التردد والصدمات. وإذا لم توجد هذه السيور فيجب توفر وسيلة أمان أخرى مثل القابض الانزلاقي أو القابض القافذ.

### ١٤ ـ ٩ خلوصات السكين، وسرعات القطع:

نظراً لضعف العديد من المواد التي تقطع بالمحصدة تحت تأثير الانحناء

فيكون من الأهمية تضييق المسافة بين السكينة المتحركة والرقيقة الثابتة. ويتم هذا بتأثير الكلبسات التي تضغط على السكاكين حتى تسمح بمسافة صغيرة بقدر كافٍ لمنع حدوث الانحناء (شكل ١٤ ـ ٤). وإذا سمح لهذا الخلوص بأن يزداد ليصل إلى سمك المادة التي تقطع فسوف ينتج عن هذا تشكلاً في المادة يؤدي إلى امتلاء المسافة بين السكاكين مما يزيد من القدرة المطلوبة، وقد ينتج أيضاً عدم قطع لبعض السيقان.

ويميل تأثير الخلوص أن يكون أقل حرجاً إذا صممت وحدة القطع بحيث يتم القطع خلال الجزء من مشوار السكينة الذي تكون فيه سرعاتها عالية نسبياً. ويمكن الاستفادة من فعل الاصطدام والقص بدلاً من الاعتماد على القص وحده، ونظراً لأن أعلى سرعة للسكين التي مشوارها ٧٦,٢ مليمتر [٣ بوصة] عند ١٠٠٠ لفة/ دقيقة هي أقل من ٤ متر/ الثانية [٨٠٠ قدم/ دقيقة] (بالمقارنة مع ٥٠ متر / الثانية [ ١٠٠٠٠ قدم / دقيقة ] للقواطع التصادمية ) فإن فرصة حدوث القطع بالتصادم وحده تكون قليلة جداً .

## ١٤ ـ ١٠ التطابق والمحازاة:

تعتبر عمليتا التطابق والمحازاة من العمليات الهامة لضبط السكاكين لكي تعطي أداءاً جيداً أثناء التشغيل. وتكون السكين متطابقة تطابقاً جيداً إذا ما تمركز نصف مشوارها بين حافظتين متجاورتين. وإذا كان طول المشوار مساوياً للمسافات بين الحوافظ فيتم التطابق بوضع السكينة وتمركزها بين الحوافظ عند نهايتي المشوار. ويتم التطابق عادة بتحريك كل جهاز الحصد (مجموعة السكاكين) للداخل أو الخارج بالنسبة لمرفق ذراع التوصيل.

وإذا كان جهاز الحصد (مجموعة السكاكين) في المحازاة المضبوطة، يكون ذراع التوصيل والسكاكين في نفس المستوى وعلى استقامة واحدة أثناء التشغيل في الحقل.

ولتعويض انحراف الطرف الخارجي لجهاز الحصد إلى الوراء أثناء الحصد بسبب مقاومة المحصول القائم، فإن المحصدة تضبط بحيث يكون الطرف الخارجي لجهاز الحصد متقدماً عن طرفه الداخلي بمقدار ٢٠ مليمتر لكل متر طولي منه [$\frac{1}{4}$ بوصة لكل قدم] أثناء التشغيل ويقاس هذا التقدم بشد دوبارة مثبتة نهايتها بمركز علبة ذراع التوصيل وموازية للمستوى الرأسي له، وتقاس المسافة الأفقية بين المشط وخط الدوبارة عند الطرف الخارجي لجهاز الحصد. كما أن تركيب وحدة للإدارة على الحذاء الداخلي لجهاز الحصد (كما في شكل ١٤ ـ ٥، ١٤ ـ ٨) يقلل من مشاكل المحافظة على التطابق والمحازاة المطلوبتين للمحصدة.

**١٤ ـ ١١ شبك المحاصد بالجرارات:**

يعتبر التعليق الخلفي للمحاصد من أكثر الطرق شيوعاً، حيث أنه سهل ويوفر القدر الكافي من المرونة للتحرك بالمحصدة. وتعطي المحاصد النصف معلقة تحكماً أحسن لارتفاع جهاز الحصد على الأسطح الغير منتظمة. وتناسب المحاصد المقطورة على عجلتين عمليات الحصاد بالدوران في الحقل مع عمل زوايا قائمة وتكون أسهلها في التركيب. ولكن التحرك بها قد تكتنفه بعض الصعوبات مقارنة بالمحاصد المعلقة أو النصف معلقة. وتعطي المحاصد المعلقة بجانب الجرار رؤية أفضل للعامل أثناء عملية الحصد وتجاوباً سريعاً عند الدورانات، ولكن لا يفضل استعمالها عند الحصاد بطريقة الدوران حول الحقل. وتدار كل أنواع المحاصد عن طريق عمود الإدارة الخلفي، إلا أنه قد تستعمل أحياناً موتورات هيدروليكية لتشغيل المحاصد جانبياً.

ويتراوح طول جهاز الحصد بين ١,٥٢ إلى ٢,٧٥ متراً [٥ إلى ٩ قدم] ويكون الطول ٢,١٣ متراً هو الأكثر شيوعاً. ويزداد تأثير قوى السحب على

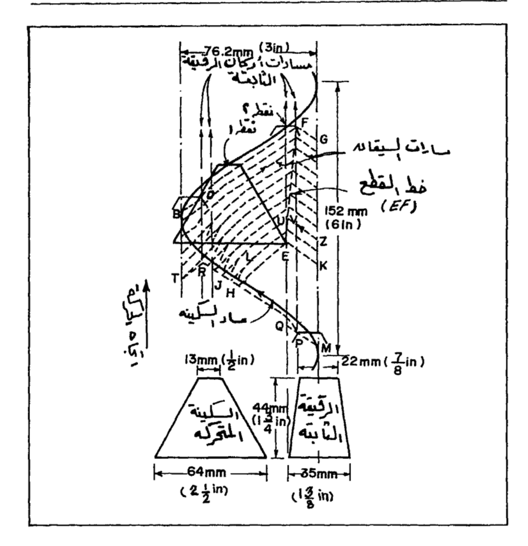
جهاز الحصد بزيادة طوله وخاصة مع النوع المقطور وذلك بسبب صغر كتلتها[١٣].

ونظراً للكبر النسبي للقصور الذاتي لكل الجرارات (فيما عدا الصغير منها) يكون مهما أن تزود أجهزة الحصد بوسيلة أمان تسمح بتأرجح جهاز الحصد للخلف عندما يرتطم بعارض. وتزداد أهمية وسيلة الأمان هذه مع زيادة حجم الجرار وزيادة السرعة الأمامية.

### ١٤ ـ ١٢ طريقة القطع للمحاصد العادية :

يوضح شكل ١٤ ـ ٦ نمط القطع والمبنى على التحليل النظري[١٧] للمحصدة العادية عند التشغيل على معدل قطع (المسافة الأمامية لكل مشوار قطع) مقداره ٧٦ مليمتر [٣ بوصة]. ويمثل الجزء المظلل المساحة الأرضية التي تقطع منها السيقان خلال مشوار القطع ـ ويتم قطع كل السيقان الموجوده في هذه المساحة المظللة وعلى طول الخط EF. وبتحرك المحصدة أمامياً تتحرك السكينة المتحركة من اليسار إلى اليمين، حيث يتم القطع عندما يصل مركزها الأمامي عند نقطة ١، وبذلك تصبح نهايتها الخلفية مقابلة للرقيقة الثابتة عند نقطة E. وينتهي القطع عند F عندما يصل مركز السكينة المتحركة عند نقطة ٢.

وتبعاً لهذا التحليل وبتحرك المحصدة إلى الأمام فإن كل السيقان الموجودة على أي مسار مثل ZV تنحرف بواسطة الحوافظ والرقائق الثابتة إلى نقطة V . كما تنحرف أيضاً كل السيقان التي تبدأ على الخط JLUV إلى نقطة V حيث يتم قطعهم بواسطة النقطة U من السكينة المتحركة . ويكون ميل الخط ZV هو مجموع زاوية حافة الرقيقة الثابتة بالنسبة لاتجاه الحركة وزاوية الاحتكاك بين مادة كل من السيقان والرقيقة الثابتة .



شكل ١٤ ـ ٦ مخطط يبين إزاحة السكينة مع الحركة الأمامية مع فرض مسارات نظرية لانحناء السيقان أثناء القطع وذلك لمحصدة عادية عند تشغيلها بتحرك أمامي قدره ٧٦ ملليمتر [ ٣ بوصة ] لكل مشوار .

**(R. A. Kepner[17])**

وبالمثل فإن ميل الخط JL يمثل الظروف التي تحتها يكون انزلاق السيقان على حافة السكينة المتحركة (نحو الركن الخلفي من السكينة) على وشك الحدوث أو يحدث فعلاً . وبين L و V فإن ميل مسار النقطة U على السكينة يكون أقل من ميل JL ولا يحدث انزلاقاً للسيقان .

وقد فرضت قيم معاملات الاحتكاك في شكل ١٤ ـ ٦ والمبينة على قياسات سجلها بوسوي . . والموجودة أيضاً في المرجع رقم ١٧ حيث كانت:
( أ ) ـ معامل الاحتكاك بين السيقان والرقائق المشرشرة: ظا ٢٠°= ٠,٣٦٤ و
(ب) ـ معامل الاحتكاك بين السيقان وحافة السكينة الملساء ظا ١٧° = ٠,٣٠٦ . وقد لاحظ جونستون[١٦] عند قطع مجاميع من سيقان الكتاب بطول ٣٠٠ ملليمتر [١٢ بوصة] في المعمل مستعملاً آلة تصوير سينمائي عالية السرعة ، أنه مع معدل القطع ٧٦ ملليمتر [٣ بوصة] كان انزلاق السيقان قليلاً جداً أثناء تقدم السكينة إلى الأمام فيما عدا الجزء الأول من المشوار والذي مقداره ١٣ ملليمتراً [$\frac{1}{2}$ بوصة]. وإن السيقان التي تنزلق على الرقيقة الثابتة تبدأ في الانحناء تدريجياً إلى الأمام بسبب الاحتكاك .

وإذا كانت الزاوية بين السكينتين القاطعتين كبيرة جداً ـ فسوف تميل السيقان إلى الانزلاق أمامياً بدلاً من أن يتم قطعها . وتعتمد الزاوية القصوى المسموح بها على معاملات الاحتكاك بين السيقان والحواف القاطعة[١٧] وأن الغرض الأساسي لوجود الشرشرة على الحواف القاطعة (التي نوقشت في قسم ١٤ ـ ٧) هو زيادة معامل الاحتكاك. وقد وجد جونستون[١٦] أيضاً أن القصور الذاتي للسيقان من العوامل الهامة والتي تمنع الانزلاق الأمامي لها .

ويلاحظ من شكل ١٤ ـ ٦ أنه عند معدل قطع قدره ٧٦ ملليمتر (٣ بوصة) أن المساحة المظللة خلف مسارات السيقان HE و EK تصبح كبيرة ومنها نجد أنه يجب أن تزدحم السيقان أمامياً ليتم قطعها بواسطة الجزء الخلفي من السكينة. وفي هذا المثال والذي يمثل سرعة أمامية قدرها ٩,٧ كيلومتر/ الساعة [٦ ميل/ الساعة]، إذا كانت سرعة عمود المرفق ١٠٥٠ لفة/ دقيقة، فإن المساحة خلف HEK تكون ٢٥٪ من المساحة الكلية المقطوعة في كل مشوار. وتعتبر هذه ظروف غير مرغوب فيها بسبب ازدحام السيقان عند مؤخرة

السكينة مما ينتج عنه ازدياد كبير في قوى القطع المطلوبة عند بداية القطع وبسبب الانحناء الزائد للسيقان .

## ١٤ ـ ١٣ انحراف السيقان

إن أقصى انحراف نظري للسيقان الخلفية في شكل ١٤ ـ ٦ هو من M ( نقطة بدء السيقان ) إلى E (نقطة القطع)، وهي مسافة تصل إلى ٦١ ملليمتر [٢,٤ بوصة] وأقصى انحراف جانبي للسيقان هو من B إلى F وهي مسافة قدرها ٨١ ملليمتر [٣,٢ بوصة] وقد وجد أن الانحرافات لمعدل قطع قدره ٣٨ ملليمتر [$1\frac{1}{2}$ بوصة] بدلاً من ٧٦ ملليمتر هي ٢٠ ملليمتر [٠,٨ بوصة] من M إلى E، ٧١ ملليمتر [٢,٨ بوصة ] من B إلى F .

وبذلك يمكن القول أن الانحراف الجانبي للسيقان يعتبر كبيراً مع جهاز الحصد العادي وذلك حتى مع معدلات القطع المنخفضة، حيث أصبح انحراف السيقان الخلفية كبيراً بزيادة معدل القطع .

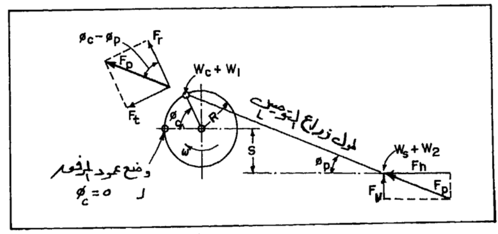
وينتج عن الانحراف الزائد للسيقان، خاصة أثناء القطع قرب سطح الأرض أن يكون سطح النباتات المتبقية بعد القطع غير منتظم، كما يؤدي أيضاً إلى زيادة في انزلاق السيقان إلى الأمام وخارج وحدة القطع، وبذلك يتم القطع على ارتفاع أكبر ، أو قد لا تقطع أصلاً . وللحصول على أحسن أداء عند القطع على ارتفاعات من ٥٠ إلى ٧٥ ملليمتر [٢ إلى ٣ بوصة] من سطح الأرض، فإن الانحراف الأقصى للسيقان الخلفية [من M إلى E] يجب أن لا يزيد عن القدر المشار إليه في شكل ١٤ ـ ٦ والذي يمثل أقصى معدل قطع وهو ٧٦ ملليمتر [٣ بوصة] لجهاز الحصد العادي .

ويمكن تقليل الانحراف الجانبي وذلك باستعمال مسوار قطع أقصر أو بنظام يؤدي إلى القطع مرتين خلال المشوار الواحد. وبذلك فإن مضاعفة عدد الحوافظ على المحصدة العادية (كما يجري أحياناً مع بعض المحاصيل) يقلل

من الانحـراف الجانبي. ويتـطلب هذا التغييـر أيضاً زيـادة السرعـة الأماميـة المسموح بها لمعدل قطع معين وزيادة سرعـة عمود المـرفق، حيث يتضاعف عدد القطعات لكل مشوار، ولكن قد يسبب نقص عرض الفتحات بين الحوافظ مشكلة في عمليـة تغذيـة السكاكين. وإذا مـا وجـد جهـاز الحصـد بسكينتين مترددتين ولكل منها مشوار يساوي نصف المساحة المبينة للسكينـة المتحركـة (٣٨ ملليمتر كطول للمشوار مثلاً) فإن الانحراف الجانبي يقل مع بقاء عـرض كافي لفتحة التغذية عند وصول السكاكين لنهاية مشوارها .

**١٤ ـ ١٤ القوى الناتجة عن القصور الذاتي للسكين**

يبين شكل ١٤ ـ ٧ الترتيب النمطي لنظام تشغيـل السكاكين عن طـريق ذراع التوصيل وعلاقات قوى القصور الذاتي للسكين المترددة، ذراع التوصيل ونهاية عمود المرفق. وبتحليل القوى غير المتزنة يمكن فرض أنه بتقسيم كتلة ذراع التوصيل إلى مركبتين $W_1$ و $W_2$ ويظهر تأثيرهما المـركز عنـد نهايتيـه. . وتتعرض $W_1$ إلى حركة دورانية بينما يكون للجزيء $W_2$ حركة ترددية . وتكون $W_s$ و $W_c$ هي كتلة كـل من السكين وعمـود المـرفق على التـرتيب. ويمكن الفـرض بأن عمـود المرفق يـدور بسرعـة زاوية منتـظمـة. فـإذا كـانت النسبـة $R/(L^2-S^2)^2$ أقل من ٠,٢٥ ، فإنه يمكن تمثيل قوى القصور الذاتي للأجزاء




شكل ١٤ ـ ٧ القوى الناتجة عن القصور الذاتي للأجزاء الترددية في المحصدة

المترددة بالعلاقة التقريبية الآتية ، ( والتي يمكن استعمال أي نظام من الوحدات معها ) [٢٥] :

$$F_h = (W_1 + W_2) R\omega^2 (\cos \phi_c + \frac{KS}{R} \sin \phi_c - K \cos 2\phi_c ) \quad (١٤ - ١)$$

حيث :

$F_h$ = قوى القصور الذاتي للسكينة والجزء $W_2$ من كتلة ذراع التوصيل .

$\omega$ = السرعة الزاوية لعمود المرفق ، بالتقدير الدائري لكل ثانية .

$\phi_c$ = زاوية دوران عمود المرفق بالنسبة لمرجع ثابت موضح في شكل ١٤ ـ ٧ .

L = طول ذراع التوصيل .

R = نصف قطر دوران عمود المرفق .

S = ارتفاع خط مركز عمود المرفق فوق اتصال السكين بذراع التوصيل .

$K = R/\sqrt{L^2 - S^2}$ .

ويلاحظ أن قوى القصور الذاتي تتغير مع مربع سرعة دوران عمود المرفق ، وأيضاً مع طول المشوار. وأنه تختلف القيم العظمى لـ $F_h$ عند نهايتي المشوار اختلافاً بسيطاً بسبب اختلاف $\varphi_p$ (شكل ١٤ ـ ٧). ويجب أن تراعى الإشارات الجبرية للدوال المثلثية لقيم $\varphi_c$ أو $\varphi_c$ 2 والأكبر من ٩٠° .

ونظراً لوجود زاوية بين ذراع التوصيل والسكين، فيتولد رد فعل رأسي دوري $F_v$ يتغير اتجاهه بين أعلى وأسفل عند رأس السكين . فإذا كانت أدلة رأس السكين مفككة ، فقد يسبب انثناء السكين إجهاداً مبكراً لمؤخرتها .

### ١٤ ـ ١٥ التحكم في الاهتزازات ومعادلة الوزن

ليس من الضروري معادلة الوزن إذا كانت كتلة الآلة أو المكونات التي تدعم جهاز الحصد كبيرة بالمقارنة بالقوة الترددية، كما في حالة آلات التصفيف الذاتية الحركة، أو آلات ضم ودارس الحبوب . ولكن فأنه من الضروري معادلة الوزن أو وعزل الاهتزازات على المحصدة الحقلية لقلة وزن الإطار نسبياً. فالاهتزازات تسبب إجهادات لعديد من أجزاء المحصدة كما تزيد من متطلبات الصيانة مع احتمال حدوث التعب والإخفاق المبكر عن العمل .

والوزن المعادل الدوار والموجود عادة على الحدافة للمحاصد التي تعمل بذراع التوصيل لا تعطي اتزاناً كاملاً بسبب ثبات القوة الطاردة المركزية الناتجة عنه بينما تكون قوة القصور الذاتي للأجزاء المترددة دالة لزاوية المرفق $\varphi_c$ . والحل الوسطي المعتاد هو وضع كتلة كافية مضادة على عمود المرفق لتوازن $W_c + W_1$ ونصف القوة العظمى الغير متزنة $F_r$ الناتجة من $F_h$ . ويكون بذلك مركبة الاهتزاز الرأسي والناتجة عن الوزن المعادل مساوية تقريباً للمركبة الأفقية القصوى المخفضة للسكين بالإضافة إلى الوزن المعادل .

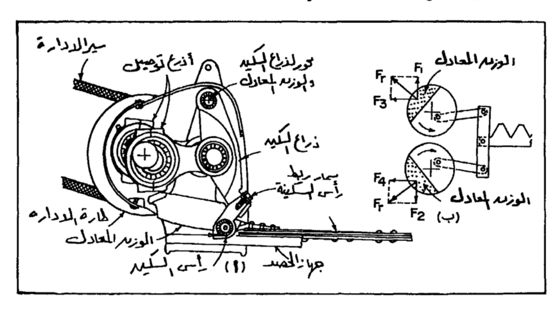
وكأحد الطرق المستعملة لتقليل الاهتزاز على وسائل نقل الحركة ذات أذرع التوصيل هي أن يتم دعم محور عمود المرفق بوجوده في قوالب معزولة عن الإطار الرئيسي خلال تثبيتات مطاطية مرنة . ويوصل قضيب السحب المتصل بجهاز الحصد إلى إطار محور عمود المرفق ـ وبذلك تتردد مجموعة محور عمود المرفق وجهاز الحصد كوحدة واحدة وفي اتجاه مضاد للسكين، ولكن السعة أقل كثيراً عن مشوار السكين بسبب كبر الكتلة .

ويمكن الحصول على اتزان ديناميكي كامل للأجزاء المترددة بإضافة كتلة ثانية ترددية تتحرك في اتجاه مقابل للكتلة الأولى، وأن تكون على نفس خطها بقدر الإمكان. ويبين شكل ١٤ ـ ٨ أ أحد هذه الأنظمة. وقد أشارت الخبرة

العملية أنه من المرغوب فيه أن يكون لجهاز الحصد قدر من الاهتزاز للمساعدة على حركة المواد المقطوعة إلى خلف وعبر جهاز الحصد ـ ووسيلة الإدارة المبينة في شكل ١٤ ـ ٥ لها وزن معادل متردد ومنحرف عن خط حركة السكين وبالتالي يدخل ازدواجاً دورياً على جهاز الحصد في المستوى الأفقي .

وتعطي السكينتان المتقابلتان المترددتان للمحصدة المزدوجة السكاكين اتزاناً ديناميكياً كاملاً . وإذا تم الحصول على عملية قطع واحدة فقط لكل مشوار ، فإنه يتطلب لهذا النظام نصف المشوار بالمقارنة بجهاز الحصد ذي السكينة الفردية ، ويسمح هذا الوضع بسرعات أعلى لعمود المرفق لنفس القوى العظمى للقصور الذاتي .

ويستعمل تصميماً آخر حدافات مزدوجة تدور عكس بعضهما ومركبة على الحذاء الداخلي مع وسائل الإدارة ذات ذراع التوصيل ومتصلة بقضيب رأس السكين (شكل ١٤ ـ ٨ ب) . ولأي زاوية دورانية لهذه الحدافات، تكون قيمة




شكل ١٤ ـ ٨ طريقتين لإعطاء الاتزان الديناميك الكامل

أ ـ الوزن المعادل المتردد (L. E. Elfes[8]) .

ب ـ الحدافات المزدوجة والمزودة بالأوزان المعادلة .

$F_r$ ثابتة ولكن المركبات $F_1$ و $F_2$ تلغيان بعضهما ، بينما يلغي مجموع ($F_3 + F_4$) قوى القصور الذاتي للسكين (وهذا بغرض حركة جيبية للسكاكين والتي هي ليست صحيحة تماماً) .

ويقلل الاتزان الديناميكي الكامل من الاهتزازات عند سرعة معينة لعمود المرفق . كما أنه يتيح استعمال سرعات أعلى لعمود المرفق، وبالتالي سرعات أمامية أكبر .

**١٤ ـ ١٦ طاقة القطع ومتطلبات القدرة للمحصدة :**

لقد أجرى الفيس [٨] تجارب محدودة على دريس ذي درجة متوسطة من حيث الكثافة وذلك باستعمال محصدة معلقة بطول ٢,١٣ متر [٧ ـ قدم] وذات جهاز حصد عادي ووسيلة إدارة من النوع الموضح في شكل (١٤ ـ ٨ أ) .

وقد تحصل على النتائج التالية :

| | أقصى متوسط حمل للسكين | | متوسط قدرة عمود الإدارة الخلفي | | متوسط قدرة الذروة لعمود الإدارة الخلفي | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | كيلونيوتن | رطـل | كيلووات | حصان | كيلووات | حصان |
| حمل القصور الذاتي والاحتكاك (بدون قطع) . | ١,٨٢ | ٤١٠ | ١,٢٧ | ١,٧٠ | ٤,٦١ | ٦,١٨ |
| حصاد على سرعة ٧,٩ كيلومتر / ساعة | ٢,٥٤ | ٥٧٠ | ١,٩٠ | ٢,٥٥ | ٥,٢٢ | ٧,٠٠ |
| الزيادة نتيجة القطع | ٠,٧٣ | ١٦٠ | ٠,٦٣ | ٠,٨٥ | ٠,٦١ | ٠,٨٢ |

وقد تم الحصول على هذه النتائج عند سرعة عمود مرفق قدرها ٩٤٢ لفة/ دقيقة ومعدل تغذية ٦٨,١ مليمتر [٢,٦٨ بوصة] لكل مشوار، وهي تشير إلى أن متوسط قدرة عمود الإدارة الخلفي كانت فقط ٠,٩١ كيلووات لكل متر

من طول جهاز الحصد [٠,٣٧ حصان/ قدم] ولكن قيم الذروة (ذروة واحدة لكل مشوار) كانت حوالي ٢,٤ كيلووات/ متر [١ حصان/ قدم]. وقد كان متوسط قدرة عمود الإدارة الخلفي حوالي ١,٢ كيلووات/ متر [٠,٥٠ حصان/ قدم] وذلك عند سرعة ١٢٥٥ لفة/ دقيقة. وتشتمل متطلبات القدرة الكلية على قدرة شد المحصدة والمتأثرة بمقاومة جهاز الحصد. وليس من المعروف كيفية استعمال متطلبات القدرة هذه مع أنواع أخرى من الحاصدات أو تحت ظروف قطع مختلفة .

وقد قاس هارباج ومور[١٣] قوى الدفع لذراع التوصيل فكانت ٢,٨٥ و٦,٠٥ كيلونيوتن [٦٤٠ و١٣٦٠ رطل] لمحصدة ذات طول ٢,١٢ متر [٧ قدم] عند سرعات لعمود المرفق ٩٧٠ و ١٣٦٠ لفة/ دقيقة على الترتيب. وكان الدفع عند سرعة ١٢٥٠ لفة/ دقيقة عند حصاد حشائش نجيلية بسكين حاد هو ٤,٩ كيلونيوتن [١١٠٠رطل] بينما كانت قوى الدفع ٩,٧٣ كيلو نيوتن [٩٨٥رطل] عند سرعة ١٠٧٠ لفة/ دقيقة عندما كانت السكينة قديمة .

كما أجريت دراسات معملية لتحديد تأثير العناصر المختلفة على الطاقة المطلوبة لقطع سيقان منفردة أو مجردة من السيقان ـ فقد وجد تشانسلر[٥] أن الطاقة المطلوبة لقطع مجاميع من السيقان إلى أطوال مقدارها ١٣ ملليمتراً [$\frac{1}{2}$ بوصة] عند سرعات مماثلة للحصاد كانت من ٠,٣٣ إلى ٢ كيلووات/ ساعة لكل ميجاجرام من المادة الجافة [٠,٤ إلى ٢,٤ حصان ـ ساعة/طن]. ولإجراء القطع على ساق مفردة، فقد كانت متطلبات الطاقة العظمى والتي تحصل عليها تشانسلر تمثل أقل من ١٠٪ من قيمة الزيادة في الطاقة نتيجة عملية القطع التي تحصل عليها الفس في اختباراته الحقلية حيث كانت ٠,٦٣ كيلووات. كما وجد برنس ومساعدوه[٢٤] أن الزيادة في قوى السكينة نتيجة القطع في الحقل كانت عشرة أضعاف ما تم التنبؤ به على أساس الاختبارات المعملية على السيقان المفردة . وقد ترجع الزيادة في قوى السكينة جزئياً إلى زيادة احتكاك السكينة أثناء القطع[٢٤] .

## تكييف الدريس

إن المقصود بتعبير تكييف الدريس هو تطبيق أي معاملة ميكانيكية على الدريس المقطوع الطازج في الحقل لتحقيق زيادة في معدل التجفيف الطبيعي له. فالغرض من التكييف هو تخفيض زمن النضج الحقلي وتقليل احتمال الفقد الناتج عن سوء الأحوال الجوية. ولا تفيد عملية تكييف الدريس في المناطق التي تكون احتمالات سقوط الأمطار فيها قليلة بينما يمكن أن ينتج عنها توفير كبير في المناطق الوسطية الغربية والشرقية من الولايات المتحدة حيث يكثر سقوط الأمطار الصيفية.

وللتكييف التأثير الأعظم على النباتات ذات السيقان السميكة مثل البرسيم وحشيشة السودان وذلك بسبب بطء جفاف السيقان عادة عن الأوراق. وقد أشارت الاختبارات العملية بمختلف المعاملات الميكانيكية، الكيميائية، الحرارية والكهربائية والتي استعملت البرسيم أن تكسير السيقان لزيادة السطح المعرض منها هي أكثر الطرق فاعلية لزيادة معدل التجفيف[٢٣]. وقد تم الحصول على تجفيف أسرع في اختبارات معملية أخرى عندما كسرت السيقان أو ثقبت على مسافات من ٥ إلى ١٠ مليمتر بمسمار رفيع، فضلاً عن التوائها، وتهشيمها على فترات كل ٥٠ مليمتر[٢ بوصة]، أو قطعها إلى أطوال قدرها ٥٠ مليمتر[٢٢]،

وعندما كسرت السيقان بطريقة شديدة (وبطريقة قاسية عن ما هو مقبول في العملية الحقلية) فقد جفت السيقان أسرع من الأوراق.

### ١٤ ـ ١٧ أنواع المكيفــات:

تعـطى المحاصـد ذات المضارب تـأثيراً تكييفيـاً حيث تقوم المضـارب بتمــزيق وتكسير السيقــان. وجميـع المكيفــات المنفصلة المقــطورة، والمكيفات المتحدة بالمحصدة والمصففات الذاتية الحركة أو المركبة معها وحدة تكييف تستعمل زوج من الاسطوانات والتي تعمل إما على (أ) تحطيم السيقان بطريقة مستمرة أو متقطة أو (ب) ثنى أو تشريح السيقـان على مسافات من ٢٥ إلى ٥٠ مليمتـر [١ إلى ٢ بوصة] والتي قد تكـون مصحوبة بعملية تحطيم. ويعرف هذان النوعان من المكيفات بالمحطمات والمفدغات. وللمفدغات اسطوانتان ممـوجتان ويـدوران بحيث لا تتقابـل نتـوءاتهما مـع بعضهما. وتعلق إحـدى الاسطوانـات على مجمـوعـة من اليايات التي تحد من حركتهـا القطريـة في حدود من ١٠ إلى ١٦ مليمتـر [$\frac{٣}{٨}$ إلى $\frac{٥}{٨}$ بوصة]. كما تسمح هذه اليايات باتساع المسافة بين الاسـطوانات في حـالة دخـول كتلة من الدريس مجتمعـة أو بعض المواد الغريبة.

وتمسك اسطوانات المحطمات مع بعضهما بواسطة يايات يمكن ضبطها وتصنع إحدى الاسطوانات من الماطاط بينمـا تصنع الأخـرى من الصلب عادة، وقد تصنـع أيضاً من المـطاط. ولتحسين عملية الالتقـاط والتغذيـة تتركب على الاسطوانات المصنوعة من الصلب مجموعة من الأشواك. وقد تكـون الاسـطوانـات المصنـوعـة من المـطاط غيـر ممـوجـة. وفي أحـد التصميمات التي تحتوي على اسـطوانتين مطاطتين يكـون لهما تمـوجات على شكل رقم V مفتوحة والتي تعمل على تفريغ السيقـان بالإضـافة إلى تحطيمها.

وتتراوح أقطار اسطوانات المحطمات أو المفدغات عادة بين ١٢٥ و ٢٥٠ مليمتر [٥,١٠ بوصة] والسرعات المحيطية لها عادة من ٧,١ إلى ٩,١ متر/ الثانية [ ١٤٠٠ إلى ١٨٠٠ قدم/ دقيقة] للمحطات و ٦,٦ إلى ٨,٦ متر/ الثانية [ ١٣٠٠ إلى ١٥٠٠ قدم/ الدقيقة] للمفدغات. ويفضل وجود نسب عالية بين السرعة المحيطية والسرعة الأمامية لتعطي طبقات رقيقة بين الاسطوانات[٣].

وتقوم المكيفات المنفصلة عادة بالتقاط الدريس المحصود من الصفوف، ولكن يمكن أن تتدخل آلات التصفيف (المصففات) بين المحاصد والمكيفات، حيث تعمل الاسطوانة السفلى على التقاط الدريس، ويكون للمكيفات الحاصدة والتي لا يزيد عرض القطع فيها عن ٢,٧٥ متر [٩قدم] اسطوانات تكييف بطول يساوي تقريباً عرض القطع، ويتم تلقيم الدريس مباشرة إلى الاسطوانات من جهاز الحصد. وتضع المصففات الذاتية الحركة صفوف الدريس خلال المكيف، فيما عدا بعض النماذج ذات العرض ٢,٧٥ متراً والتي لها مكيفات بكامل العرض. كما تلقم بعض المصففات الذاتية الحركة الدريس مباشرة من الناقل المستعرض إلى المكيف، بينما يقوم البعض الآخر بإسقاط الدريس على الأرض وتلتقطه المكيفات بعد ذلك. والنوع السائد من المكيفات والمكيفات ـ الحاصدة التي تصنع الآن هي من نوع المحطمات والمفدغات على المصففات الذاتية الحركة.

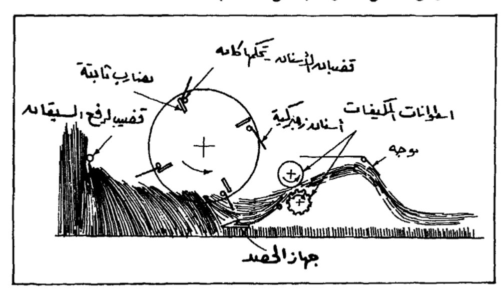
**١٤ ـ ١٨ المكيفات المنفصلة:**

لقد ظهرت المكيفات المنفصلة في الخمسينات ولكن إنتاجها بدأ يقل تدريجياً خلال الستينات[٢٧] وقد حلت المكيفات ـ الحاصدة وباتساع كبير مكان المكيفات المنفصلة. وقد بدأ التكييف أصلاً كعملية منفصلة تؤدي باستخدام جرار آخر يتبع المحصدة. وبالتالي فقد أصبحت المحاصد

المزودة بوسائل شبك وامتدادات للاتصال بعمود الإدارة الخلفي متاحة بسحب المكيفات خلف المحاصد. وتقوم المكيفات بالتقاط حصاد الشريحة المجاورة لتلك التي يتم تقطيعها. ومن الطبيعي أن يستلزم هذا النظام آلتين، كما أنه معرقل وغير مناسب للاستعمال. والعرض الفعال لمعظم المكيفات المنفصلة بين ١,٨٣ إلى ٢,١٣ متر [ ٧٢ إلى ٨٤ بوصة ] وهي مصممة لالتقاط الصفوف خلف الحاصدات ذات العرض ٢,١٣ متراً [ ٧ قدم ] .

## ١٤ ـ ١٩ المكيفات ـ الحاصدة:

بالرغم من أن التجارب الأولية لدمج المحطمات والمحاصد في آلة واحدة تم في أوائل الثلاثينات، إلا أن أول نموذج قبل تجارياً لم يظهر قبل عام ١٩٦٤[٢٧]، وبعد ثلاث سنوات كانت مجمل مبيعات ١٢ مصنعاً حوالي ١٢٠٠ وحدة[٢٧]. وتتكون المكيفة ـ الحاصدة من النوع المقطور أساساً من جهاز حصد (قطع) مضرب، زوج من اسطوانات التكييف بالعرض الكامل، وموجه (شكل ١٤ ـ ٩).




شكل ١٤ ـ ٩: رسم تخطيطي لقطاع في المكيفة ـ الحاصدة ـ لا يظهر الموجهات الجانبية التي تكون الصف.

وعرض القطع الأكثر شيوعاً هو ٢,٧٥ متراً [٩ قدم]، ولكن قد يتراوح العرض عادة من ٢,١٣ إلى ٣,٦٥ متراً [٧ إلى ١٢ قدم]، والنماذج التي بعرض ٣,٦٥ متراً لها أسطوانات بطول من ٢,١٣ إلى ٢,٧٥ متراً [ ٧ إلى ٩ قدم ] ومزودة بناقل مستعرض من نوع البريمة . ويمكن رفع الدريس المكيف ، ونشره على صف أقل قليلاً من عرض القطع أو يمكن ضبط الموجهات خلف الأسطوانات للحصول على عرض متفاوت للصفوف وأماكن مختلفة تصف فيها . ويكون نضج الدريس المصفف أبطأ من الدريس المقطوع فقط ، ولكن يمكن أن تفرد الصفوف بمرور الجرار عليها ، وقد تلغى عملية التجنيب في بعض الأحيان .

ويشابه جهاز الحصد هذا الموجود على المحصدة العادية، فيما عدا أن الحوافظ تكون أكثر طولاً ورفيعة نوعاً لتحسين أدائها في التعامل مع السيقان المتشابكة أو المحاصيل الراقدة، كما أنها تصنع في أزواج لتوفير تثبيت أكبر في حالة التعليق، كما تستخدم قطاعات السكاكين المطلية بالكروم. ونظراً لجودة صفات الرقائق الثابتة من حيث التآكل، فلا توجد ضرورة لسن هذه الأسلحة. وقد توجد شرشرة علوية أو سفلية على السكاكين، كما أنها قد تكون ملساء. وتتراوح سرعات السكاكين عادة من ٦٠٠ إلى ٨٠٠ دورة في الدقيقة (أقل بعض الشيء مما هو عليه في المحاصد).

ويمكن ضبط الزحافات العريضة عند نهايات جهاز الحصد للتحكم في ارتفاع القطع كما تتحمل يايات الأوزان المعادلة معظم قوى ثقل مقدمة جهاز الحصد. ويكون المضرب من النوع اللاقط حيث تتحكم كامة في حركة الأشواك المركبة عليه كما هو مبين في شكل ١٤ ـ ١٠ أ. ويجب توفر وسائل لزيادة سرعة المضرب وتحريكه أمامياً ولأسفل عند رقاد الدريس.

وفي اختبارات في كاليفورنيا مع مصففة ذاتية الحركة وجد أن عمل المضرب كان جيداً عندما كانت سرعته ضعف السرعة الأمامية وذلك لالتقاط البرسيم تام الرقاد بينما كانت نسبة السرعة ١,٣٥ بطيئة جداً(١٠).

ونظراً لكفاءة مضارب اللقط الموجودة على كل من المكيفات الحاصدة، والمصففات ذاتية الحركة لقطع الدريس الراقد أو المائلة بكفاءة عالية من أي اتجاه، فهي نادراً ما يحدث معها انسداداً ولا تتأثر بالرياح القوية. ويمكن استعمالها في الأعشاب المهجنة والتي تصل أطوالها من ١,٥ إلى ٣,٠ متر (٥ إلى ١٠ قدم)، كما تستعمل أيضاً في حالة المحاصيل المتشابكة. وفي المناطق التي تكون فيها عملية التكييف ضرورية فإن سعة المكيفات ـ الحاصدة تكون كبيرة إذا ما قورنت بأداء عملية الحصاد متبوعة بالمكيفة المنفصلة. إن الأسعار الجديدة للمكيفات الحاصدة أقل كثيراً من المصففات ذاتية الحركة، مما يجعلها أكثر مناسبة للمساحات الصغيرة أو المتوسطة.

**١٤ ـ ٢٠ معدلات التجفيف الحقلي وزمن النضج:**

لقد أجرى العديد من الاختبارات الحقلية بواسطة محطات التجارب الزراعية لتقييم فاعلية مكيفات الدريس وتحديد المشاكل المصاحبة لاستعمالها. وعموماً، فقد دلت التجارب التي أجريت في مناطق رطبة أنه تحت ظروف تجفيف مقبولة وجيدة يمكن للتكييف أن يقلل زمن النضج بمقدار يوم واحد، وغالباً يسمح بعمل الدريس على هيئة بالات أو تخزينه (على محتوى رطوبي من ٢٠ إلى ٢٥ ٪) بعد ظهر اليوم الذي يتبع القطع(٢)(٤)(٩)(٢١). وفي بعض الحالات يمكن عمل بالات أو تخزين الدريس في الصباح الباكر حينما تكون رطوبته الابتدائية لم تصل لأعلى من ٧٥ ٪(٤)(٩)(٢٦).

وتعتبر من الممارسات العادية في المناطق الجغرافية التي تكون احتمالات سقوط الأمطار فيها قليلة خلال فترة النضج أن تعمل بالات الدريس في الصباح الباكر بمجرد التخلص من الرطوبة التي اكتسبت في المساء فضلاً عن تأجيلها إلى بعد الظهر. وتقلل هذه الطريقة من فرصة تناثر وسقوط الأوراق. ولا يمارس في هذه المناطق التكييف الذي يلي الحصاد العادي، ولكن دلت اختبارات محطة التجارب الزراعية في كاليفورنيا على أن الدريس المحصود ثم المكيف ليجف ويصل المحتوي ٢٠ ٪ في الصباح الباكر قد نضج في مدة من ٣ إلى ٥ أيام، بينما تطلبت المدة يومين أطول في حالة الدريس الغير مكيف. ولا يؤثر التكييف كثيراً على صفات جودة الدريس.

ويجب أن يجري التكييف بسرعة بعد الحصاد وذلك للإسراع من التجفيف الناتج عن التكييف وتزداد فاعلية المحطمات بتقليل سمك طبقة الدريس التي تمر بين اسطواناتها وبزيادة ضغط الاسطوانة(٣)(٢٦). ومع ذلك فإن الضغط الزائد يؤدي إلى حدوث تجعدات للأوراق كما يؤدي إلى زيادة الفواقد الحقلية بتقصيف قمم الأوراق والتجمعات الورقية. وقد أعطت الضغوط من ٤,٤ إلى ٥,٣ كيلو نيوتن لكل متر من طول الاسطوانة [٢٥ إلى ٣٠ رطل/ بوصة] نتائج جيدة عند تشغيل آلة التحطيم على المحصول المحصود(٣)(٢٦).. وقد بينت معظم اختبارات المقارنة أن المحطمات تكون أكثر فاعلية إلى حدٍّ ما عن المفدغات عند تكييف الدريس المحصود(٢)(٩)(١٥)(٢٦). ومع ذلك لا يوجد دليل لبناء هذه العلاقة عند تكييف الدريس المجمع في صفوف كما في حالة المصففة الذاتية الحركة. وينضج الدريس الذي يتم حصاده بالمحصدة ذات المضارب، ويترك في شريحة الحصاد، بنفس سرعة الدريس المحطم(١١)(١٥)(١٩). وفي اختبارات في وسكنسون(١) وجد أنه قد جف

خليط البرسيم الحجازي وحشيشة البروم Alfalfa - Brome على نفس المعدل عند حصادة بمكيفة ـ حاصدة وترك في شريحة الحصاد وتم الحصول على نفس المعدل إذا جرى التكيف كعملية منفصلة .

وقد أشارت العديد من الاختبارات الحقلية إلى أن الدريس الذي صفف مباشرة عقب الحصاد والتكييف يتطلب تقريباً نفس زمن النضج الذي يستغرقه الدريس غير المكيف والذي ترك في شريحة الحصاد حتى أصبح المحتوى الرطوبي فيه من ٤٠ إلى ٥٠ ٪ أو أقل. وعند حصاد خليط البرسيم الحجازي ـ وحشيشة البروم فقد جفت الصفوف التي عملت بالمحصدة ذات المضارب[١][١٢] أو المكيفة الحاصدة[١] على نفس المعدل تقريباً مثل الدريس الغير مكيف. وقد وجد عديد من الباحثين[٩][١٠][١٢][١٥]. إن الصفوف المكيفة بمصففات ذاتية الحركة قد جفت ببطء أكثر خلال اليوم الأول عن الدريس الغير مكيف في شرائح الحصاد، ولكنها وصلت لنفس المحتوى الرطوبي في نهاية اليوم الثاني. وفي اختبارات أجريت في كاليفورنيا[١٠] وجد أن الصفوف المكيفة بمصففة ذاتية الحركة قد جفت إلى محتوى رطوبي قدره ٢٠ ٪ في الصباح الباكر وفي فترة أقل بيوم واحد عن الدريس الغير مكيف (٥ أيام مقابل ٦ أيام).

وتقل ميزة التكييف تحت الظروف الجوية الغير مواتية عنه في الأجواء المشجعة للتجفيف، فالدريس المكيف تزداد رطوبته بسرعة عن الدريس الغير مكيف، أما عن طريق الأمطار أو من الزيادة الليلية الطبيعية في الرطوبة النسبية[٩]،[١٨]. كما تقلل أيضاً الرطوبة الأرضية العالية من معدل التجفيف.

**١٤ ـ ٢١ الفواقد الحقلية في التكييف:**

والملاحظات التي تمت عن مستوى الفواقد سواء كان ذلك على شبكات ذات فتحات بأقطار ٥١ مليمتر [٢٦ بوصة] أو الفواقد الحقيقية والتي تمت من

التقاط المواد التي أخفقت الآلة في جمعها بعد التصفيف والتبييل أشارت إلى أن الفواقد الناتجة عن التكييف بمكيفة منفصلة أو بمكيفة ـ حاصدة قد تكون أكبر من تلك الناتجة عن الحصاد بدون تكييف بحوالي ١ إلى ٤ ٪ من الناتج[١، ٢، ١٨]، وليست لهذه الفواقد أهمية كبرى عندما يقلل التكييف احتمال الفواقد الناتجة من الأمطار أو الظروف الأخرى الغير مواتية. فكما أشير في قسم ١٤ ـ ٥ حيث قد تصل الفواقد من المحاصد ذات المضارب إلى ١٠ ٪ أو أكثر خاصة وأنه يمكن ضبط طبيعة تشغيل هذه الآلات لتعطي معدلات تجفيف تقارن بالتحطيم.

## التصفيـف

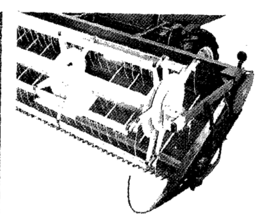
### ١٤ ـ ٢٢ طرق التصفيف:

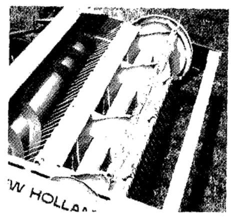
إن معظم طرق حصاد الدريس، بالإضافة إلى حصاد البذور وعمليات حصاد المحصول الأخضر تستلزم عملية تصفيف. وكما أشير سابقاً فإنه يمكن تصفيف الدريس أثناء عملية القطع بواسطة المحاصد ذات المضارب، المكيفات ـ الحاصدة أو المصففات ذاتية الحركة. وعادة ما يجري التصفيف كعملية منفصلة باستخدام مجمعات جانبية. وفي حصاد الدريس بواسطة الحصد والتجميع الجانبي، فإن عملية التأنيب تجري عادة بعد جفاف الدريس إلى محتوى رطوبي حوالي ٥٠ ٪ أو أقل. كما تستعمل المجمعات التجنيبية أيضاً لتقليب الصفوف عند الحاجة لتحسين التجفيف، ولضم الصفوف الصغيرة للسماح بزيادة معدلات إنتاج آلات التبيل.

### ١٤ ـ ٢٣ المصففات الذاتية الحركة:

لقد كان أول استعمال مكثف لآلات التصفيف الذاتية الحركة لحصاد الدريس في حوالي عام ١٩٦٠ م. وتناسب هذه الآلات حصاد المساحات الكبيرة في المناطق التي لا يكون فيها تقلباً للظروف الجوية. إلا أن التكاليف الابتدائية العالية لها تجعلها غير اقتصادية في المساحات الصغيرة، وخاصة إذا لم يكيف الدريس المحصود[١٠].

ونظام التوجيه المبني على اختلاف سرعات العجلات القائدة والعجلة أو العجلات الخلفية يجعل المصففات الذاتية الحركة قابلة للمناورة بدرجة ممتازة، وتناسب جداً القطع الأمامي والخلفي في الحقول التي بها حواجز للري. وفي العادة توجد نماذج منها تدار عن طريق الدفع الهيدروستاتيكي المزدوج (قسم ٤ ـ ٢٥).






شكل ١٤ ـ ١٠ : نوعين لجهاز الحصد في المصففات الذاتية الحركة.
يسار: تظهر البريمة الناقلة المستعرضة والمضرب مع كامة تحكم في حركة الشوك
( Courtesy of Sperry New Holland ) .
يمين: جهاز حصد ومضرب مزود بستاير من الأشواك للقط.
( Courtesy of Deere and Co ) .

ويوضح شكل ١٤ ـ ١٠ نوعين من جهاز الحصد. ويكثر استعمال بريمة التغذية المستعرضة على معظم آلات الدريس، إلا أنها ذات طبيعة عنيفة في التعامل مع الحبوب. ويستعمل النوع ذو الستائر على المصففات لكل من الحبوب والدريس. ويتحدد أقصى عرض يجب حصاده بمصففة الدريس بأقصى عرض لصف الدريس والذي سوف ينضج في زمن مقبول. ويكثر استعمال المصففات ذات عرض قطع بين ٣,٦٥ و ٤,٢٥ متر [١٢ و ١٤ قدم] في المساحات التي تروى، حيث يصل محصول الدريس عادة لكل حصدة

من ٢,٢ إلى ٣,٤ ميجاجرام من المادة الجافة لكل هكتار [١ إلى $\frac{1}{2}$ ١ طن لكل أيكر][١٠]. وعند استعمال آلات تبييل ذات سعة عالية، يجمع صفين على بعضهما قبل عملية التبييل، وكما في المكيفات الحاصدة، يتم التحكم في ارتفاع القطع عن طريق الزحافات، وتستعمل يايات الوزن المعادل على جهاز الحصد. وتكون سرعات السكينة مشابهة لما هو عليه في المكيفات ـ الحاصدة (٦٠٠ إلى ٨٠٠ دورة في الدقيقة). ولكن غالباً ما يكون المشوار أكبر من المسافة بين الحوافظ وهي ٧٦,٢ مليمتر [٣ بوصة] بمقدار ٦ إلى ١٠ ملليمتر [$\frac{1}{4}$ إلى $\frac{3}{8}$ بوصة]. وتستعمل بكثرة السكاكين المطلية بطبقة من الكروم. وعادة تكون تركيبات التكييف بعرض من ٠,٩ إلى ١,٤ متر [٣ إلى $\frac{1}{2}$ ٤ قدم] ولكن تستعمل أيضاً نظم التغذية المباشرة، المكيفة بكامل العرض من النوع المقطور مع بعض الآلات الذاتية الحركة بعرض ٢,٧٥ متر [ ٩ ـ قدم ] .

**١٤ ـ ٢٤ تأثير المصففات الذاتية الحركة على المحصول والجودة:**

لقد قورن ناتج محصول بالات الدريس من آلة الحصاد والتصفيف ومن الحصاد فقط ثم التجميع، وذلك لعدد ١٢ حصدة في اختبارات أجريت في كاليفورنيا[١٠]، حيث أجريت التجارب في أربعة حقول بها حواجز للري. ففي الحقول ذات الحواجز العالية نسبياً وعلى مسافات ٨,٥ متراً [٢٨ قدم] كان ناتج المحصول المصفف أقل بحوالي من ٩ إلى ١٣ ٪ عن الناتج المحصود والمجمع. وكانت معظم الاختلافات راجعة إلى طول بقايا المحصول بعد الحصاد والمتروك بواسطة المصففة والمجاور للحواجز عندما كانت إحدى نهايات جهاز الحصد تسير في قمة الحاجز. وفي الحقول ذات الحواجز الأقل ارتفاعاً على مسافات ١١,٦ ، أو ١٨,٣ متراً [٣٨ أو ٦٠ قدم] كان النقص في المحصول حوالي ٢ إلى ٧ ٪ فقط. وكان ناتج المصففة في محصول راقد بدرجة كبيرة ٦ ٪ أكبر من المحصول المحصود ـ و ـ المجمع.

وتفيد نتائج كاليفورنيا إلى أن الحصاد والتصفيف بدلاً عن الحصاد فقط يسبب اختلافاً بسيطاً في الناتج من المحصول القائم في حقل مفتوح وبدون حواجز للري . وقد بينت الاختبارات في نيويورك إلى أن ناتج المحصول في النظامين يتقارب مع وجود فقد أكبر في بقايا المحصول المتروك في الحقل بعد الحصاد ، ولكن يفقد أوراق أقل من الحصاد والتصفيف(١٥) . ويميل المحتوى البروتيني للدريس المحصود المصفف إلى أن يكون أكبر قليلاً من الدريس المحصود بسبب طول بقاء المحصول المتروك والنقص في فقد الأوراق (١)، (١٥) .

## ١٤ ـ ٢٥ أنواع المجمعات الجانبية

إن معظم المجمعات الجانبية الموجودة هذه الأيام من نوع الوحدات ذات القضبان الدوارة أو العجلات ذات الأصابع . وقبل عام ١٩٤٨ م كانت كل أنواع المجمعات من النوع ذي الأسطوانات الدوارة . وتدور الأسنان في مواضع متوازية في مستويات عمودية على محور الدوران والذي يشبه جهاز اللقط المبين في الشكل الأيمن (١٤ ـ ١٠). وعملياً فإن كل المجمعات ذات القضبان الدوارة والمصنعة في الولايات المتحدة تكون ذات قضبان متوازية وبوضع منحرف . وترتب الرؤوس الدوارة على زاوية أفقية حادة من المحور الدوار ولكن في مستويات متوازية كما هو مبين في شكل ١٤ ـ ١١ جـ . وتشكل نهاية قضيب الأسنان بحيث تكون محاور كراسي التحميل لها (شكل ٣ ـ ٢) متعامدة على مستويات الرؤوس الدوارة. ويتيح هذا الترتيب بقاء الأسنان في مواضع متوازية (عادة رأسية) عند دوران القضبان الدوارة . ويكون المسار الدوراني لأي من الأسنان في مستوى موازي لمستويات رأس القضبان الدوارة. . وبذلك يمكن أن تكون الحركة الأفقية للأسنان بالنسبة للمجمعة على زاوية ٨٥ إلى ٩٠° (أو قد تكون أكثر من ذلك) من اتجاه الحركة الأمامية .

وتتغير خطوة الأسنان تبعاً لظروف الدريس المختلفة بدوران إطار مضرب

التجميع الدوار حول محوره. كما أن أمالة النهاية السفلية للأسنان للأمام تعطي فعلاً جانبياً أكثر قـوة للمحاصيـل الثقيلة. ويحتوي كـل رأس مضرب أو عجلة تجميـع مائـل عادة على ٤ أو ٥ قضبـان للأسنـان. ويتراوح عـرض التجميع الجانبي من ٢,١ إلى ٢,٩ متراً [٧ إلى ٩ $\frac{1}{2}$ قدم] ويتم اختيار المقـاس عادة ليتفق مع عرض الحصاد.

وتدور عجلات التجميع على الآلة من النوع المقطور عن طريق عجلات الأرض، هذا وبالرغم من توفر الوسـائل الهيـدروليكية لنقـل الحركـة. ويتميز التشغيـل عن طريق عجـلات أرض في إعطاء نسبـة سرعـة ثابتـة بين السرعـة المحيطية لعجلة التجميع والسرعة الأمامية (وهي عادة بين ١,٣٥ و ١,٧٠). وتنحـرف العجلتان الحـاملتان عن بعضهمـا في الاتجاه الأمـامي ـ و ـ الخلفي بحيث تكون كل واحدة قريبة من خلف المضرب للتحكم الجيد في الارتفاع. وتكون الآلات المجمعة المعلقة والمقادة عن طريق عمود الإدارة الخلفي أخف وزناً وأقل تكلفة عن المجمعات المقطورة ولكن تتغير نسبة السرعة فيها عندما يعمل الجرار على سرعات مختلفة. وتتميز المجمعات المقطورة بأنها أكثر ثباتاً كما أن لها خلوصاً أكبر للدريس الموجود في مقدمة عجلة التجميع.

والمجمعـة من النـوع ذو العجـلات ذات الأصـابـع بهـا مجمـوعـة من العجلات التي تدور على الأرض وعلى زاوية مع اتجاه الحركة وتتداخـل هذه العجلات مع بعضها كما هو مبين في شكل ١٤ ـ ١٢ ب ويتم اتزان كل عجلة جزئياً بوزن معادل مع ياي شد كما أن لكل عجلة مجموعة من الأسنان موزعة على محيطها والتي تتصل بالأرض اتصالاً خفيفاً. وتناسب هذه المجمعة العمل في الأراضي ذات الاختلافات في درجة استواء السطح أو وجود حواجز للري. ويصل قطر العجلة حتى قمم الأسنان إلى ١,٥ متر [ ٥ قدم ].

وحيث أن كل عجلة تركب على زاوية مع اتجاه الحركـة، وبذلـك ينتج

مركبة للسرعة عمودية على مستوى العجلة ، بالإضافة إلى المركبة المسببة للدوران. وينتج عن المركبة العمودية فعل السحب للأسنان، وهي تقريباً موازية للمحور .

وبالرغم من أن الاتصال بالأرض يعطي تجميعاً جيداً، إلاَّ أنه يولد أتربة كثيرة في بعض الحقول وقد يسبب وجود بعض المواد الغريبة مع صف المحصول .

### ١٤ ـ ٢٦ تحليل فعل التجميع للمجمعات ذات القضبان الدوارة

وفي تحليل ومناقشة كلا النوعين من المجمعات، فسوف تستخدم الرموز والمصطلحات الآتية، وسوف تعرف بعض المصطلحات الأخرى كلما تطلب الأمر :

$V_p$ = السرعة المحيطية للأسنان .

$V_{tr}$ = مركبة القضبان الدوارة، وهي متوسط المركبة الأفقية لسرعة السنة بالنسبة للمجمعة خلال زاوية الدوران والتي تتلامس فيها الأسنان مع الدريس .

$V_f$ = السرعة الأمامية للمجمعة .

$V_t$ = محصلة سرعة النسبة بالنسبة للأرض والتي هي مجموع اتجاهي كل من $V_f$ ، $V_{tr}$ .

$V_h$ = متوسط سرعة الدريس بالنسبة للأرض وذلك بتحريك الدريس من شريحة الحصاد إلى صف التجميع في مسار الدريس .

$V_{hr}$ = متوسط سرعة الدريس بالنسبة للمجمعة عند حركة الدريس على واجهة المجمعة .

$\gamma$ = الزاوية الحادة بين واجهة المجمعة وخط الحركة الأمامية. وفي

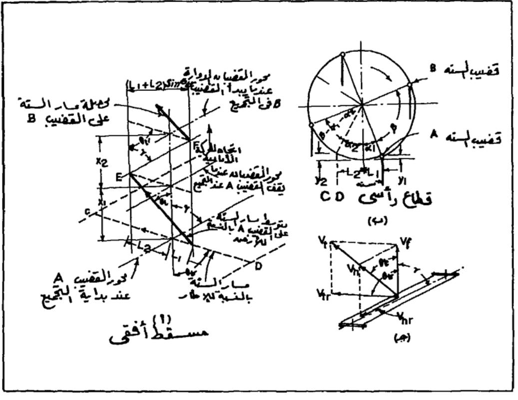
المجمعة ذات القضبان الدوارة تكون واجهة المجمعة موازية لمحور القضبان الدوارة .

$\theta_{tr}$ = الزاوية بين $V_{tr}$ وخط الحركة الأمامية .

$\theta_t$ = محصلة زاوية مسار السنة، وهي الزاوية بين $V_t$ وخط الحركة الأمامية.

$\beta$ = الزاوية بين قضبان الأسنان على المجمعة ذات القضبان الدوارة.

$R_{pf}$ = النسبة بين السرعة المحيطية للسنة إلى السرعة الأمامية = $V_p / V_f$ .




شكل ١٤ - ١١ مخطط يبين فعل التجميع، مشوار التجميع الفعلي $(L_1 + L_2)$ وعلاقات سرعات المجمعة ذات القضبان الدوارة. العلاقات الموضحة في (جـ) هي نمطية لقيمة 1/2 المفروضة ومقدارها ٧٦ ملليمتر [ ٣ بوصة ] .

ولنعتبر الآن فعل الأسنان التي تدور في المستوى CD كما هـو مبين في شكل ١٤ ـ ١١ فعند دوران القضبـان ، تبدأ الأسنـان على القضيب A (شكل ١٤ ـ ١١ ب) في التجميع عند زاوية ولتكن $\alpha_1$ من خط المحور الوسطي حيث تستمر في تحريك الدريس حتى تصبح المسافة الرأسية كافية لأن تمر الأسنان فوق كومة الدريس (عند زاوية ولتكن $\alpha_2$ في القطاع الرأسي ، وعند الخط EF على المسقط الأفقي). وتكون المسافة الرأسيـة الكلية عنـدئذ هي $\frac{١}{٢}$ زائـداً ارتفاع الأسنان فوق الأرض عند أدنى نقطة لها. ويكون مشوار التجميع الفعلي لكـل سنة هـو $(L_1 + L_2)$ . وبفرض الحـركة الأمـامية للمجمعـة أثنـاء دوران القضبان للزاوية $(\alpha_1 + \alpha_2)$ كما هو مشار إليه بـالمقدار $X_1$ . وبعـد أن يسقط القضيب A الدريس عند EF ، تظل القضبان مستمرة في الدوران لتصبح على زاويـة قدرهـا $(\beta - \alpha_1 - \alpha_2)$ قبـل أن تتـلامس السنـة التي على القضيب B بالدريس المزاح سابقاً عند F . وبفرض الحركة الأمامية أثناء هذه الزاوية هي $X_2$ . فـإذا كانت $\gamma$ هي نصف قـطر دائـرة السنـة ومن التعـريف بـالتعبيـر عن ( $\beta, \alpha_2, \alpha_1$ بالدرجات) .

$$R_{pf} = \frac{2\pi r\,(\beta - \alpha_1 - \alpha_2)}{360\, x_2}$$

ومنها :

$$x_2 = \frac{2\pi r\,(\beta - \alpha_1 - \alpha_2)}{360\, R_{pf}} \qquad (١٤ - ٢)$$

ومن الرسم في شكل ١٤ ـ ١١ يمكن استنتاج :

$$x_2 = L_2 \cos\theta_{tr} + \frac{(L_1 + L_2)\sin\theta_{tr}}{\tan\gamma} + L_1 \cos\theta_{tr}$$

$$= (L_1 + L_2)(\cos \theta t_r + \frac{\sin \theta_{tr}}{\tan \gamma}) \quad (١٤ - ٣)$$

وحيث أن : $L_1 = r \sin \alpha_1$ و $L_2 = r \sin \alpha_2$،

إذن

$$x_2 = r(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2)(\cos \theta_{tr} + \frac{\sin \theta_{tr}}{\tan \gamma}) \quad (١٤ - ٤)$$

ومن المعادلتين ١٤ ـ ٢ ، ١٤ ـ ٤ معاً يمكن إيجاد قيمة $(\beta - \alpha_1 - \alpha_2)$

$$\frac{2\pi r(\beta - \alpha_1 - \alpha_2)}{360 R_{pf}} = r(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2)(\cos \theta_{tr} + \frac{\sin \theta_{tr}}{\tan \gamma})$$

$$\beta - \alpha_1 - \alpha_2 = \frac{360}{2\pi} R_{pf}(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2)(\cos \theta_{tr} + \frac{\sin \theta_{tr}}{\tan \gamma}) \quad (١٤ - ٥)$$

وتعبر المعادلة ١٤ ـ ٥ عن العلاقة بين عناصر تصميم المجمعة والإزاحة الزاوية $\alpha_1$ ، $\alpha_2$ . ولحل هذه المعادلة (بفرض معلومية جميع عناصر المجمعة) يكون من الأفضل فرض قيمة أو قيم لـ $y_2$ وتحسب $\alpha_2$ من العلاقة $\cos \alpha_2 = (r - y_2)/r$ وبعدها يمكن تحديد $\alpha_1$ من المعادلة ١٤ ـ ٥. وعملياً، فإن $y_2$ تتغير وتعتمد على الموقع على القضبان الدوارة ، كمية محصول الدريس وارتفاع بقايا النباتات بعد عملية الحصاد ، والمسافة بين القضبان الدوارة وسطح الأرض. وقد تكون القيم المقبولة لـ $y_2$ من ٢٥ إلى ٥٠ ملليمتر [١ ـ ٢ بوصة] عند نهاية القضبان الدوارة والبعيدة من صف الدريس ومن ١٥٠ إلى ٢٠٠ ملليمتر [٦ إلى ٨ بوصة] في نهاية القضبان الدوارة القريبة من الصف .

ويوضح الشكل ١٤ ـ ١١ جـ علاقات السرعة، حيث تكون $V_{tr}$ موازية لرؤوس القضبان الدوارة وتكون $V_f$ في اتجاه الحركة الأمامية. أما $V_{tr}$ فتكون دائماً أقل من السرعة المحيطية $V_p$. ومن المسافات الموجودة على شكل ١٤ ـ ١١ ب تكون العلاقة هي :

$$\frac{V_{tr}}{V_p} = \frac{L_1 + L_2}{2\pi r\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{360}\right)} = \frac{360\,(\sin\alpha_1 + \sin\alpha_2)}{2\pi\,(\alpha_1 + \alpha_2)} \qquad (١٤ - ٦)$$

وحيث أنه من التعريف $V_p = V_f \times V_{pf}$

إذن

$$\frac{V_{tr}}{V_f} = \frac{360\,R_{pf}\,(\sin\alpha_1 + \sin\alpha_2)}{2\,\pi\,(\alpha_1 + \alpha_2)} \qquad (١٤ - ٧)$$

وتحدد القيمة النسبية لـ $V_{tr}$ و $V_f$ (من المعادلة ١٤ ـ ٧) قيمة محصلة زاوية مسار السنة $\theta_t$ وتسمح بالتقدير بالرسم لكل من $V_{tr}$، $V_t$ لقيم $V_f$ معينة (شكل ١٤ ـ ١١ جـ). ويجب أن تراعى الإشارات الجبرية لكل من $\alpha_1$ و $L_1$ عند تطبيق المعادلة السابقة . فالقيم $\alpha_1$ ، $\alpha_2$ ، $L_1$ و $L_2$ تعتبر موجبة كما هو مبين في شكل ١٤ ـ ١١ جـ. وتشير القيم السالبة لـ $\alpha_1$ و $L_1$ إلى أن بداية المشوار الفعال للتجميع هو بعد أدنى نقطة لحركة السنة .

### ١٤ ـ ٢٧ تحليل فعل التجميع للمجمعة من نوع العجلات ذات الأصابع

يوضح شكل ١٤ ـ ١٢ أ فعل الحركة على عجلة واحدة، بينما يبين شكل ١٤ ـ ١٢ ب علاقات السرعة للمجمعة الكاملة . وسرعة المحور في مستوى العجلة هي المركبة $V_a$ من السرعة الأمامية $V_f$ ، وحيث أن الأسنان تتلامس مع سطح الأرض وتسبب دوران العجلة، فإن السرعة المحيطية $V_p$ تساوي عددياً $V_a$ وسوف تؤدي العجلة عملية التجميع على الدريس عند ارتفاع متوسط قدره y فوق سطح الأرض ، وبمركبة أفقية للعجلة ، كما تبين المعادلة الآتية :

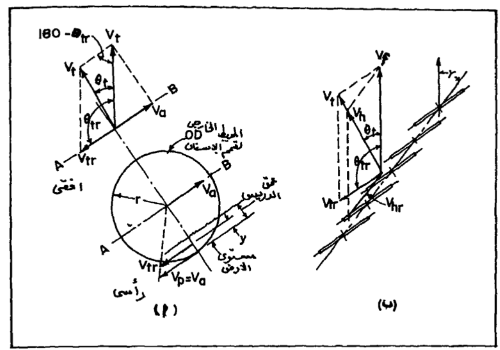
$$V_{tr} = \frac{r - y}{r} V_a = V_f \frac{r - y}{r} \cos(180 - \theta_{tr}) \qquad (١٤ - ٨)$$

حيث يعبر عن $\theta_{tr}$ بالدرجات. وبعد فرض قيمة y وحساب $V_{tr}$ ، يمكن تحديد قيمة محصلة سرعة السنة $V_t$ لقيمة معينة من $V_f$ والزاوية $\theta_t$ وذلك بالرسم كما أشير سابقاً . ويكون اتجاه $V_t$ هو للأمام قليلاً من محور العجلة لأنها تمثل مسار نقطة على سنة والتي هي فوق سطح الأرض .

### ١٤ ـ ٢٨ طول مسار حركة الدريس ومتوسط سرعة الدريس

بعد تحديد محصلة زاوية مسار السنة $\theta_t$ ، فإنه يمكن تحديد متوسط السرعة النظرية للدريس $V_h$ تخطيطياً بعلاقاتها بالسرعة الأمامية $V_f$ كما أشير في شكل ١٤ ـ ١١ جـ، ١٤ ـ ١٢ ب. وقد بني الفرض على أساس أن الدريس يتبع محصلة مسار السنة . ويهمل هذا الفرض أي تأثير للقضبان في تأخير حركة الدريس على مقدمة المجمعة .

ويكون أقصى طول نظري لمسار الدريس $S_h$ ليتحرك الدريس عبر المجمعة كلها والتي بعرض W مع محصلة مسار السنة هو :




شكل ١٤ ـ ١٢ علاقات السرعة للمجمعة ذات العجلات والأصابع

$$S_h = \frac{W}{\sin \theta_t} \qquad (١٤ - ٩)$$

وإذا دلت الملاحظة الحقلية على أن الزاوية الحقيقية لمسار الدريس ليست هي $\theta_t$ فإنه يجب استعمال الزاوية الملاحظة لمسار الدريس في حساب الطول الحقيقي للمسار وتحديد سرعة الدريس المتوسطة الحقيقية .

## ١٤ ـ ٢٩ الخصائص المطلوبة للتجميع

من بين العوامل التي يمكن اعتبارها في تقييم أو مقارنة أداء المجمعات هو الآتي :

١ ـ كمية فقد الأوراق بسبب التناثر.

٢ ـ كمية الدريس المتروك والذي أخفقت المجمعة في تجميعه .

٣ ـ كمية الأحجار والمواد الغريبة والمواد الأخرى التي تدخل إلى الصفوف.

٤ ـ انتظام واستمرارية الصف.
٥ ـ وجوب توجيه الأجزاء الورقية في منتصف الصف، بينما توجه السيقان للخارج.

وفقد الأوراق هو أحد الاعتبارات الهامة ، وخاصة إذا كان الدريس جافاً عند التجميع ويمثل تناثر محاصيل البذور مثل الفاصوليا أو البرسيم الحجازي نوعاً مشابهاً للفقد.

**١٤ ـ ٣٠ عناصر تصميم وتشغيل المجمعة والتي تؤثر في تناثر الأوراق**

تتأثر كمية فقد الأوراق والناتجة عن آلة التجميع بعدة عوامل مثل المسافة التي يتحركها الدريس من شريحة الحصاد إلى الصف، متوسط سرعة الدريس، نوعية فعل حركة الدريس (دحرجة، رفع، سحب) وأي فعل تسارع أو تباطيء أو تصادمات دورية من أسنان المجمعة على الدريس أثناء تحركها. والعامل الأكبر المؤثر على متوسط سرعة الدريس هي السرعة الأمامية للآلة. فالسرعات الأمامية العالية تزيد من تناثر الأوراق .

إنَّ نسبة محصلة سرعة السنة $V_t$ يمكن أن تؤخذ كمؤشر لفعل التصادم. ويجب أن تكون هذه النسبة صغيرة بقدر الإمكان، والحد الأمثل لها هو $V_t / V_h = 1$. ومن الواضح من شكل ١٤ ـ ١١ جـ و ١٤ ـ ١٢ ب أن النسبة $V_t / V_h$ هي أقل قليلاً للمجمعة ذات العجلات والأصابع عن المجمعة ذات القضبان الدوارة، والتي تشير إلى سهولة ويسر عملية التجميع وربما قلة فقد الأوراق.

وبالنسبة للمجمعة ذات القضبان الدوارة، فإن تقليل نسبة السرعة المحيطية $R_{pf}$ تزيد من طول مسار الدريس قليلاً، ولكن لها تأثيرات مطلوبة نحو تخفيض تكرار التصادمات وتقليل $V_t / V_h$ . كما أن زيادة عدد قضبان الأسنان يقلل $\alpha_1$ وقد يقلل $V_t / V_h$ إلى حدٍ ما . وتخفض النسبة $V_t / V_h$ في المجمعة

ذات العجلة والأصابع إلى الحد الذي يمكن أن يتحقق بجعل كل عجلة تقريباً موازية لواجهة التجميع كلما أمكن ($\theta_{tr}$ تقريباً مساوية إلى ١٨٠° - $\gamma$) . ومع ذلك فإن النسب المنخفضة تكون أقل أهمية عما هو عليه مع المجمعة ذات القضبان الدوارة بسبب قلة تواتر تغييرات السرعة . ومع أي من نوعي المجمعات فإن زيادة $\theta_{tr}$ تقلل $V_t / V_h$ وتقلل طول مسار الدريس . كما أن زيادة زاوية التجميع $\gamma$ تقلل أيضاً $V_t / V_h$، شريطة أن يتبع الدريس محصلة مسار السنة .

وبالرغم من أنه يمكن تحديد التأثيرات النظرية لهذه العناصر بأسلوب تحليلي، إلاَّ أن الأهمية النسبية وقيم تأثيرات العوامل المختلفة وعلاقتها بفقد الأوراق يجب أن تحدد تجريبياً. وحتى هذا الوقت لا يوجد إلاَّ القليل من المعلومات المنشورة التي يمكن الاعتماد عليها في هذا الموضوع .

# مراجع


1 - BARRINGTON, G. P., and H. D. BRUHN. Effect of mechanical forage harvesting devices on field-curing rates and relative harvesting losses. Trans. ASAE, 13(6(: 874-878, 1970.
2 - BOYD, W. M. Hay conditioning methods compared, Agr. Eng., 40:664-667, Nov., 1959.
3 - BRUHN, H. D. Status of hay crusher development. Agr. Eng., 36:165-170, Mar., 1955.
4 - CASSELMAN, T. W., and R. C. FINCHMAN. How effective are hay xonditioners? lowa Fram Science, 15(5-6), Nov-Dec., 1960.
5 - CHANCELLOR, W. J., Energy requirements for cutting forage. Agr. Eng., 39:633-636, Oct., 1958.
6 - CHEN, P. Application of spatial mechanisms to agricultural machinery, Trans, ASAE, 16(2(: 214-217, 1973.
7 - DOBLE, J. B., J. R. GOSS, R. A. KEPNER, J. H. MEYER, and L. G. JONES, Effect of harvesting procedures on hay quality, Trans. ASAE, 6(4(: 301-303, 1963.
8 - ELFES, L. E. Design and development of a high-speed mower. Agr. Eng., 35:147-153, Mar., 1954.
9 - FAIRBANKS, G. E., and G. E. THIERSTEIN. Performance of hay-conditioning machines. Trans. ASAE, 9(2): 182-184, 1966.
10 - GOSS, J. R., R. A. KEPNER, and L. G. JONES. Hay harvesting with self-propelled windrower compared with mowing and raking. Trans. ASAE, 7(4(: 357-361, 1964.
11 - HALL, G. E. Flail conditioning of alfalfa and its effect on field losses and drying rates. Trans. ASAE, 7(4(: 435-438, 1964.
12 - HALYK, R. M., and W. K. BILANSKI. Effects of machine treatments on the field drying of hay. Canadian Agr. Eng., 8:28-30, Feb., 1966.
13 - HARBAGE, R. P., and R. V. MORR. Development and design of a ten-foot mower. Agr. Eng., 43:208-211, 219, Apr., 1962.
14 - HODGSON, R. E., et al. Comparative efficiency of ensiling, barn curing, and field curing forage crops, Agr. Eng., 28:154-156, Apr., 1947.

15 - HUNDTOFT, E. B. Extension and research cooperate in evaluating forage harvesting systems. ASAE Paper 65-635, Dec., 1965.

16 - JOHNSTON, R. C. R. Corp behavior during mowing. J. Agr. Eng. Res., 4:193-203, 1959.

17 - KEPNER, R. A. Analysis of the cutting action of a mower. Agr. Eng., 33:693-697, 704, Nov., 1952.

18 - KEPNER, R. A., J. R. GOSS, J. H. MEYER, and L. G. JONES. Evaluation of hay conditioning effects. Agr. Eng., 41:299-304, May, 1960.

19 - KJELGAARD, W. L. Flail mower-conditioners: their place in forage harvest. Agr. Eng., 47:202, Apr., 1966.

20 - KLINNER, W. E. A trial to determine the hay yields obtained by using conventional haymaking machinery and flail-type forage harvesters. J. Agr. Eng. Res., 6:315-318, 1961.

21 - MILNE, C. M. Mechanical hay conditioning. Maine Agr. Expt. Sta. Bull. 590, 1960.

22 - PEDERSEN, T. T., and W. F. BUCHELE. Drying rate of alfalfa gay. Agr. Eng., 41:86-89, 107-108, Feb., 1960.

23 - PRIEPKE, E. H., and H. D. BRUHN. Altering physical characteristics of alfalfa to increase the drying rate. Trans. ASAE, 13(6(: 827-831, 1970.

24 - PRINCE, R. P., W. C. WHEELER, and D. A. FISHER. Discussion on «Energy requirements for cutting forage». Agr. Eng., 39:638-639, 652, Oct., 1958.

25 - RANEY, R. R. Vibration control in farm machinery, Unpublished paper. International Harvester Co., 1946.

26 - ZACHARIAH, P. J., K. C. Elliott, and R. A. PHILLUPS. Performance of forage crushers. West Virginia Agr. Expt. Sta. Bull. 418, 1958.

27 - ZIMMERMAN, M. I and T rounds up the fast-rolling mower-conditioner market. Implement and Tractor, 83(12(: 30-33, May 21, 1968.

# مسائل

١٤ ـ ١أ ـ احسب كمية الماء الواجب إزالته للحصول على ميجاجرام من الدريس الناضج محتوى رطوبي قدره ٢٠٪ (على أساس الوزن الرطب)، إذا بدىء بدريس أخضر على محتوى رطوبي قدره ٧٥٪ .

ب ـ ما هي النسبة من هذه الكمية التي يجب إزالتها في شريحة الحصاد إذا تم تجميع الدريس على محتوى رطوبي قدره ٤٥٪ .

١٤ ـ ٢اعتبر المحصدة ذات الأبعاد الموضحة في شكل ١٤ ـ ٦ تعمل على سرعة دوران لعمود المرفق قدرها ١٠٠٠ لفة/ دقيقة. وبفرض حركة السكينة على هيئة منحنى جيبي .

احسب :

أ ـ زوايا عمود المرفق من بداية المشوار، لبداية وإنهاء القطع .

ب ـ النسبة من طول المشوار التي يتم خلالها القطع .

جـ ـ النسبة من الحركة الأمامية التي يتم خلالها القطع .

د ـ السرعة القصوى للسكينة، بالمتر/ الثانية (بالنسبة للرقائق الثابتة ) .

هـ ـ سرعات السكينة عند بداية ونهاية القطع .

١٤ ـ ٣أعد الجزء (جـ) و (و) في المسألة ١٤ ـ ٢، بفرض نفس الأبعاد بين الحوافظ ونفس أبعاد الرقائق الثابتة والسكينة المتحركة ولكن بطول مشوار قدره ٦٦ ملليمتر.

قارن مع النتائج المتحصل عليها في المسألة ١٤ ـ ٢ لطول مشوار ٧٦,٢ ملليمتر.

١٤ ـ ٤محصدة تعمل على سرعة لعمود المرفق قدرها ١٠٠٠ لفة/ دقيقة ولها المواصفات التالية:

S = ٢٤٠ ملليمتر، L = ١,٠٦ متراً .

R = ٣٨ ملليمتر (انظر الشكل ١٤ ـ ٧)، كتلة السكينة = ٤,٤ كيلوجرام ، كتلة ذراع التوصيل = ٣,٤ كيلوجرام، ويقع مركز ثقله على بعد ٠,٤٨ متر من نهاية عمود المرفق ـ كتلة نهاية عمود المرفق = ٠,٣٥ كيلوجرام .

احسب

أ ـ $\phi_p$ ، $\phi_c$ عند كل نهاية من المشوار (انظر شكل ١٤ ـ ٧ لمرجع الوضع الذي فيه $\phi_c = 0$ .

ب ـ قوى القصور الذاتي $F_h$ عند كل نهاية من المشوار.

جـ ـ قيمة واتجاه $F_v$ عند كل نهاية من المشوار .

١٤ ـ ٥في قياسات تمت على مجمعة ذات أربعة قضبان دوارة مائلة أعطت النتائج التالية :

$R_{pf}$ = ١,٤٨ ، $\theta_{tr}$ = ٨٧° ، $\gamma$ = ٦٥° ، r = ٢٩٠ ملليمتر.

أ ـ بفرض $y_2$ = ١٥٠ ملليمتر، احسب $\alpha_1$ ، $\alpha_2$ ، $V_{tr}/V_p$ .

ب ـ احسب $V_t / V_f$ وحدد تخطيطياً قيم زاوية محصلة مسار السنة $\theta_t$ ونسبة السرعة $V_t / V_h$ .

# الباب الخامس عشر
# تعبئة وتداول الدريس

# الباب الخامس عشر
# تعبئة وتداول الدريس

## ١٥ ـ ١ مقدمــة:

عمـوماً يتم تـداول الدريس من الحقـل على صورة بـالات، مكعبـات صغيرة أو رقائق دريس مقطع، أو دريس على صورته الطبيعية طويل ومفكك. ويعتبـر التبييل والتكعيب أو التـرقيق بالضـرورة عمليات تعبئة تؤدي لتسهيـل التـداول، والنقل والتخـزين. وتتراوح كثـافة بـالة الـدريس عموماً من ١٣٠ إلى ٢٢٥ كيلوجرام/متر مكعب [٨ إلى ١٤ رطل/قدم مكعب]، حيث تكـون الأرقـام الكبرى للبـالات المربـوطة بـالسلك. وتكون كثـافة المكعبـات عـادة من ٤٠٠ إلى ٤٨٠ كيلوجـرام/متر مكعب [٢٥ إلى ٣٠ رطـل/قـدم مكعب]. بينما تكون القيم العادية والمقبولة للدريس الـطويل المفكـك (الغير مضغـوط ميكانيكياً أثناء الرص) هي ٦٥ كيلوجرام/متر مكعب [٤ رطل/قدم مكعب] .

والتبييل الحقلي هو عملية ذات سعة عالية، مرنة وتحتـاج لعامـل واحد وبفواقد حصاد منخفضة نسبياً. ويبيل أكثر من ٨٠ ٪ من محصول الدريس في الولايات المتحـدة كل سنـة منذ حـوالي عام ١٩٦٠ . وآلات التبييـل الحقلي العادية تستـطيع أن تعمـل بالات ذات كتلة تتـراوح من ٢٠ إلى ٧٠ كيلوجرام [٤٠ إلى ١٥٠ رطـل]. وتتوفـر الآلة العـادية لإتمـام التعامـل الميكانيكي مـع البـالات العاديـة من الحقل وحتى عمليـة الـرص أو وضعهـا على النـاقـلات التجارية، ولكن يصبح من الضروري وجود إنتاج سنوي كبير لتبـرر اقتصاديـاً

وجود أنواع من آلات الدريس الأكثر تعقيداً. وعندما يتطلب الأمر قدراً كبيراً من العمالة اليدوية الشاقة وعندما يكون الإنتاج قليل جداً فإن ذلك يبرر وجود آلات تتداول البالات الكاملة الميكنة.

وتتوفر تجارياً آلات التبييل الحقلية والتي تستطيع أن تنتج بآلات ذات كتلة من ٧٠٠ إلى ١٤٠٠ كيلوجرام [١٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ رطل]. ويجب دائماً تداول هذه البالات الكبيرة ميكانيكياً، ولكن يمكن أن يتم هذا التداول بإلحاق رافعة شوكية مبسطة نسبياً على نقط التعليق الثلاثة على الجرار أو بوحدة تحميل أمامية معدلة.

ويتطلب عمل الدريس على هيئة مكعبات صغيرة استثماراً كبيراً في المعدات، بل هو من أكثر أنظمة تداول الدريس تكلفة، ينساب ناتج هذه الآلات بفعل الجاذبية الأرضية، ويمكن التعامل معه - ميكانيكياً - بكميات كبيرة. وتناسب المكعبات الصغيرة من الدريس المخازن الكاملة الميكنة، وأنظمة التغذية للإنتاج الحيواني التي تستعمل فيها الأنواع العادية من السيور الناقلة والرافعات. وقد يتطلب الأمر تسهيلات تخزينية خاصة. ولكن حجمها يكون أقل من نصف حجم دريس البالات. ولأنه من الضروري أن يكون المحتوى الرطوبي منخفضاً جداً (١٠ إلى ١٢ ٪ أو أقل) لعمل المكعبات الصغيرة، فإن هذه الطريقة تكون محدودة أساساً للمناطق الجافة والنصف جافة في الولايات الغربية. وقد أعطت المكعبات استجابة غذائية محسنة بالمقارنة بدريس البالات مع فاقد قليل جداً.

ويتم تداول الدريس الطويل المفكك (بصورته الطبيعية)، وكذلك الدريس المقطع بدون تعبئة. وعملية التقطيع والتي تجري لأقل من ٥٪ من محصول الدريس ستناقش في الباب السادس عشر. وقد انخفضت نسبة محصول الدريس الذي يتم تداوله على صورة دريس طويل مفكك من

حـوالي ٣٠ ٪ في عـام ١٩٥١ إلى ١٠ ٪ في عـام ١٩٦١ و٧ ٪ في عـام ١٩٦٧[١٠]. ويعم تـداول الـدريس الـطويـل المفكـك إلى حدٍّ كبيـر في المناطق التي تسمح فيها الظروف الجـوية بتخـزين الدريس في العـراء وأيضاً لمحصول الدريس البري المنخفض القيمة. ويمكن تخزين هذا الدريس عند محتويات رطوبية أعلى نوعاً ما عن بالات الدريس. وتداول وتخزين الدريس الـطويـل المفكـك الـذي على صـورة قـطع طـويلة ومفككة يستلزم أقـل الاستثمارات في الآلات. وتتطلب بعض الـطرق عمالـة يدويـة كبيرة، ولكن تتوفر أيضاً الآلة ذات السعة العالية لميكنة التداول علي المساحـات الكبيرة. وعادة تتم التغذية على الدريس الطويل المفكـك في مكانـه محلياً وذلـك لأن كثافته المنخفضة تجعل عملية النقل مكلفة.

**١٥ ـ ٢ تداول الدريس على الصورة الطبيعية (بدون كبس):**

غالباً مـا يتم ضم الدريس وتحـريكه لمسـافة بسيـطة وتكويمـه بواسـطة مجمعـات مشطيـة مركبـة على إطار المـرفاع العـالي الموجـود على مقـدمـة الجرار[١٤]. والمجمعة المشطية لها أسنان طويلة ومرنة ومن نوعية خاصـة من الخشب أو الصلب القـوي والتي تنزلق تحت الصفـوف المجمعـة أو رصـات الدريس. وفي بعض الأحيان يكون لمرفاع الرص المعلق على الجرار وسائـل لدفع الدريس بدلاً من إمالة الأسنان لأسفل أثناء التفريغ.

ومنذ أواخر أعوام ١٩٦٠ فقد زاد شيوع استعمال مقطورات تجميع الدريس والمزودة بوسائل التقاط من الصفوف المجمعة طولياً وذلك في المناطق التي يتم فيها استخدام الدريس للتغذية محلياً. وفيها تدفع وحدة اللقط الدريس إلى داخل المقطورة. وعند امتلاء المقطورة يتم ـ هيدروليكياً ـ دفع غطاء منزلق دائري تلسكوبي لأسفل لضغط الدريس. وقد يضغط الدريس مرة أو أكثر في مراحل مختلفة من عملية التحميل. يتم تفريغ هذه الحمولة كوحدة للرص برفع الغطاء

وخفض البوابة الخلفية ثم بتشغيل ناقلة ذات جنازير وألواح متصلة تأخذ حركتها عن طريق عمود الإدارة الخلفي للجرار، ويتم نقل الحمل للخارج. وتتسع جوانب المقطورة قليلاً للخارج ومن الأمام إلى الخلف لتسهيل التفريغ. وتتراوح معظم السعات بين ١,٨ إلى ٧,٢ ميجاجرام [٢ إلى ٨ طن]. وعادة تكون الكثافة (محسوبة من بيانات الشركات وعلى محصول البرسيم) من ٨٠ إلى ١٠٠ كيلوجرام/متر مكعب [٥ إلى ٦ رطل/قدم مكعب][٥]. وتعمل ظروف تهيئة الأحمال بهذه الطريقة من الاستدارة الناعمة لقممها وحالة الانضباط المعتدل على مقاومة الظروف الجوية مقارنة مع الرصات التي تعمل يدوياً أو بالمجمعات المشطية.

وتتوفر في الأسواق المقطورات الخاصة التي يمكن إمالة قاعدتها والمقطورات المسحوبة بالجرارات لتحريك ونقل رصات الدريس المفكك. وبواسطة عمود الإدارة الخلفي يتم تشغيل مجموعة جنازير سحب متوازية على قضبان طولية أو جنازير ناقلة لها عارضات على سطح أرضية الشاحنة أو مقطورة وذلك لتحريك رصات الدريس إلى الأرضية المائلة للشاحنة أو المقطورة وذلك أثناء رجوع الشاحنة أو المقطورة إلى الخلف تحت رصة الدريس. وتتزامن سرعات الناقل والحركة الخلفية لمحرك رصة الدريس بحيث ترفع الرصة بدون أي إزاحة أمامية أو خلفية ملموسة. وتؤدي العملية العكسية عند التفريغ.. وتتراوح سعات هذه المقطورات من ٥ إلى ١٤ ميجاجرام [٦ إلى ١٥ طن].

## آلات التبييل العاديـــة

### ١٥ ـ ٣ الأنواع والأحجام:

إن النماذج الحالية من آلات التبييل الحقلية العادية هي من نوع الآلات الأوتـوماتيكيـة الترابط وبكبـاسات تـرددية وتنتـج بالات ذات مقـطع مستطيـل وحوالي ١٥ ٪ من آلات التبييل والتي بيعت في عام ١٩٦٨ وعام ١٩٦٩ وكانت من نوع النماذج ذات التربيط الأوتوماتيكي بالسلك فيما كان حوالي ٨٥ ٪ من النوع ذي التربيط بالدوبار. وقد توفرت تجارياً في أعوام ١٩٥٠ آلات التبييل المنخفضة التكاليف والتي تنتج بآلات دائرية وملفوفة بـدوبار وتتـراوح أوزانها من ٢٣ إلى ٣٢ كيلوجرام [٥٠ إلى ٧٠ رطل] ولكنها لم تعد تصنع في الوقت الحالي.

وعادة يتم تعريف آلة التبييل العـادية بـالإضافـة إلى مقاس البـالة بعـدد تربيطات السلك أو الـدوبار المـوجود حـول كل بـالة. ومعـظم آلات التبييل الموجودة الآن لها غرفة بالات (ذي قاع مستطيـل) بأبعـاد تصل إلى ٣٦ × ٤٦ سنتيمتر [١٤ × ١٨ بوصة] أو ٤١ × ٤٦ سنتيمتر [١٦ × ١٨ بوصة] وتنتج بالات عليها ٣ أسلاك [أو في بعض الأحيان ٣ دوبارة] وبـأطوال من ١١٤ إلى ١٢٢ سنتيمتر [٤٥ إلى ٤٨ بوصة] وبأوزان من ٥٧ إلى ٦٨ كيلوجرام [١٢٥ إلى ١٥٠ رطل]. وفي كل من الآلات ذات الربطتين أو الثلاث ربطات فإنه يمكن تسهيل التربيط المتعامد للبالات في الرص بجعل الطول تقريباً ضعف العرض. فـإن

جعل الطول ضعف العرض تقريباً يسهل من عملية التربيط المتعامد أثناء رص البالة.

والاستعمال الرئيسي للبالات ذات الثلاث ربطات يتم في الولايات الغربية حيث تباع نسبة عالية من الدريس وينقل تجارياً. ويفضل في معظم المناطق الأخرى بالات أصغر ذات ربطتين وبأوزان من ٢٣ إلى ٣٦ كيلوجرام [ ٥٠ إلى ٨٠ رطل ] حيث تكون سهلة التداول.

وبالرغم من أن معظم آلات التبييل الحقلي من النوع المقطور، إلا أنه تتوفر أيضاً النماذج ذاتية الحركة. وتعطى النماذج ذاتية الحركة رؤية ومناورة أحسن ولكن يجب أن يكون لها عدد ساعات تشغيل سنوية أعلى بالقدر الذي يبرر تكلفتها الأولية العالية. ومن المطلوب أن توجد وسائل لتغيير السرعة الأمامية ومستقلة عن سرعة تشغيل آلة التبييل وذلك لتوفير المرونة اللازمة لملائمة صفوف الأكوام الخفيفة والثقيلة ويوجد لبعض النماذج ذاتية الحركة وسائل قيادة ذات دفع هيدروستاتيكي أو قد تكون لها محركين. والنماذج المقطورة يوجد منها أنواع تشغل بعامود الإدارة الخلفي للجرار وأنواع أخرى تشغل بواسطة محركات مركبة عليها. ويميل الاتجاه الحديث نحو زيادة نسبة الآليات التي تعمل عن طريق عمود الإدارة الخلفي. وخاصة بعد توفر الجرارات الكبيرة.

### ١٥ ـ ٤ المكونات الوظيفية:

تشتمل آلة التبييل الحقلية من النوع ذي الكباس على المكونات الوظيفية التالية:

١ ـ وحدة التقاط الدريس من الصفوف الطولية ورفعه بعد ذلك.

٢ ـ ناقل ميكانيكي لتحريك الدريس إلى مدخل غرفة التبييل.

٣ ـ معبىء لوضع الدريس في الغرفة أثناء تحريك المكبس في مشوار الرجوع.

٤ ـ مكبس يتحرك حركة ترددية لكبس الدريس وتحريكه خلال غرفة التبييل.

٥ ـ وسيلة لاستخدام القوى المقاومة لحركة الدريس خلال غرفة التبييل وبذلك يتم التحكم في درجة كبس الدريس وكثافة البالة الناتجة.

٦ ـ جهاز قياس أوتوماتيكي للتحكم في طول البالة.

٧ ـ وسيلة لفصل البالات المتتالية عن بعضها ووضح السلك أو الدوبار حولها.

٨ ـ أجهزة للربط الأوتوماتيكي والتي تعمل عندما تصل البالة إلى الطول المحدد مسبقاً.

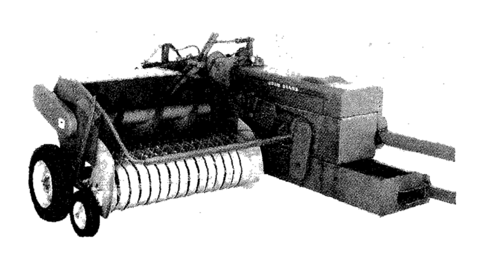
**١٥ ـ ٥ أجهزة الالتقاط، والنقل والتلقيم لغرفة التبييل:**

تستعمل معظم آلات التبييل الحقلي وحدات التقاط اسطوانية مزودة بأسنان زمبركية مثبتة على قضبان تتحكم في حركتها كاملة (شكل ١٥ ـ ١ و ١٥ ـ ٢). ويتم التحكم في الارتفاع أما عن طريق عجلة قياس (شكل ١٥ ـ ١). وتوجد يايات لتعادل وتوزان معظم كتلة جهاز الالتقاط. وتستمد اسطوانة اللقط حركتها من محرك الآلة أو من عمود الإدارة الخلفي للجرار، فضلاً عن استعمال عجلات الأرض للآلة. ويجب أن تكون السرعة المحيطية بوحدة الالتقاط أكبر من أقصى سرعة أمامية يمكن أن تتحرك عليها الآلة.

وتستعمل طرق عديدة مختلفة لتحريك الدريس من جهاز الالتقاط إلى غرفة التبييل. فأحد الأنظمة يكون فيه بريمة مستعرضة وأصابع للتعبئة موقوتة لتدفع الدريس إلى غرفة التبييل أثناء تحرك المكبس في مشوار الرجوع (شكل ١٥ ـ ١). وفي أنظمة أخرى يتحد الناقل المستعرض والمعبىء مع أصابع تتحرك أمامياً وخلفياً على طاولة التغذية في أنماط حركية مختلفة، حيث تشتمل حركتها في بعض الأوقات على مركبات حركية رأسية و/أو دورانية. ويظهر في الجزء العلوي من شكل (١٥ ـ ٢) الأصابع في طريقها خلال شوط التلقيم إلى غرفة التبييل. وتندفع هذه

الأصابع لأعلى في مشوار العودة لتفسح للدريس الذي يأتي من جهاز اللقط ثم تسقط لأسفل للبدء في حركة الدريس إلى غرفة التبييل.

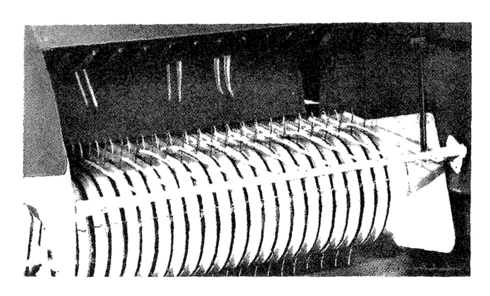
وفي بعض النماذج توجد أصابع تبرز لأسفل من عربة حاملة لها وتتحرك للأمام والخلف فوق طاولة التقليم على قضبان أفقية. وهذه الأصابع مفصلة بحيث أنها ترتفع وتنسحب فوق الدريس في مشوار الرجوع. بينما تبقى تقريباً رأسياً في مشوار التقليم. ونظام آخر يكون له شوكة جرافة تتحرك أفقياً على ذراع مفصلي على الإطار الرئيسي لآلة التبييل تتحرك حركة أفقية عند موضع أمامي من فتحة تلقيم غرفة التبيل. وتتحرك شوكة الدريس في مسار دائري في جهاز اللقط إلى غرفة التبييل، والأصابع مفصلية لتدفع وتنسحب فوق الدريس المتقدم من جهاز اللقط في مشوار الرجوع.



**شكل ١٥ - ١: آلة تبييل حقلي لها بريمة ناقلة مستعرضة وتقع أصابع تلقيم الدريس في غرفة التبييل (Courtesy of Deer and Co).**

ويقوم جهاز التلقيم المضبوط بتوزيع شحنة الدريس على غرفة التبييل بطريقة بحيث تكون كثافة البالة الناتجة منتظمة على عرضها وطولها. وقد

تحتاج أصابع التلقيم أن تدخل إلى غرفة التبييل لمسافة أبعد للصفوف ذات الكثافة الخفيفة ولمعدلات التبييل المنخفضة عنه للأحمال الثقيلة.



شكل ١٥ ـ ٢ وحدة التقاط وأصابع التلقيم
(Courtesy of Sperry New Holland)

## ١٥ ـ ٦ كبس الدريس والتحكم في كثافة البالة.

يتم كبس كل شحنة دريس تدخل إلى غرفة التبييل أثناء تحرك الكباس في مشوار الكبس حتى تصبح قوة المكبس كبيرة بالقدر الذي تحرك به البالة الكاملة من الغرفة. . وفي مشوار الرجوع للكباس يتم حجز الدريس المكبوس بواسطة زوائد حديدية ثابتة وسقاطات تحميل زمبركية والتي تظهر لتدخل إلى غرفة التبييل. وعادة تكون سرعات الكباس، في النماذج الحالية، بين ٦٥ و ٨٠ دورة في الدقيقة ويزيد الاتجاه نحو السرعات الأعلى .

وتعتمد كثافة البالات أساساً على نوع المواد الزراعية المراد كبسها ، ومحتواها الرطوبي والمقاومة الكلية التي يلاقيها المكبس للتغلب على تحريك المواد خلال غرفة التبييل. ويجب ضبط المقاومة لتلائم مختلف المواد

والظروف. وقد يمكن إضافة أو إزالة الزوائد الحديدية الثابتة التي تحجز الدريس للحصول على تغييرات كبيرة في المقاومة ، ولكن الطريقة الأساسية للتحكم في كثافة البالة تتم بضغط الجانبين معاً أو الأربعة جوانب لغرفة التبييل عند فتحة تصرف البالات. وهذا التقارب في جوانب غرفة التبييل، والذي يمكن ضبطه، يتسبب في ضغط الدريس جانبياً أثناء تحركه خلال الغرفة .

وإذا فرض أن الدريس يتبع سلوك المادة المرنة، فإنه يمكن التعبير عن الجزء $F_c$ من قوة المكبس ، والناتج عن تقارب جوانب الغرفة كما يأتي :

$$F_c = E \frac{y}{D} (2 L W) \mu \qquad (١٥ - ١)$$

حيث :

E = معامل مرونة مادة الدريس (ضغط الكبس الجانبي مقسوماً على وحدة الانحراف الجانبي ) .

y = متوسط الانحراف الجانبي على طول منطقة تقارب الجوانب (أفقي أو رأسي) .

D = متوسط عمق منطقة التقارب (في اتجاه الانحراف).

L = طول منطقة التقارب.

W = عرض منطقة التقارب (عمودياً على اتجاه الانحراف).

$\mu$ = معامل الاحتكاك بين الدريس وجوانب غرفة التبييل .

ويكون الضغط الجانبي على كل من الجوانب المتقاربة هو $Ey/D$ والمساحة الكلية لكل جانبين متقاربين متقابلين هي $2LW$. وإذا تقاربت الأربعة جوانب، كما في شكل (١٥ ـ ٣ يسار) فيعتبر كل زوج من الجوانب مستقلاً على حدة، وتضاف قيمتي $F_c$ إلى بعضهما.

وبالإضافة إلى مكونة $F_c$ التي يمكن ضبطهـا، فإن قـوة الكباس الكليـة المطلوبة لتحريك الدريس تشتمل على مكونات غيـر قابلة للضبط وهي القـوة الناتجة عن الاحتكاك على كامل قاع غرفة التبييل نظراً لتأثير قوى الجاذبية على الدريس والقوى الناتجة عن الضواغط الحـديديـة. . . . . . إلخ. وللتـوفيق بين مدى واسع من الظروف، فيجب ضبط وتعديل المقاومة القابلة للضبط لتكـون كبيرة بالمقارنة مع المقاومة الثابتة. وبالرغم من أن المعادلة ١٥ ـ ١ قد لا تعطي تصوراً حقيقياً للظروف في منطقة تقارب الجوانب، إلَّا أنهـا تعطي إشـارة إلى المتغيرات المرتبطة بها .

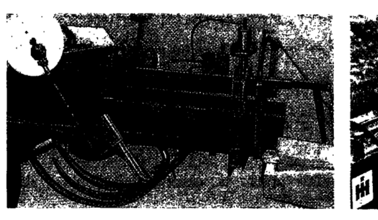
وإحدى المشاكل التي تواجه عند تبييل الدريس هي تغيـر كثافـة البالـة نظراً لتغير المحتوى الرطوبي للدريس من مكان لآخر في الحقل، أو تغييره مع الوقت. . ووفقاً لراني[٢١] فإن التغيـير في الكثافة يأتي بسبب أن المواد الجافة تكـون لها معـايـير مـرونة أقـل بكثير، ومعـامل احتكـاك أدنى من المواد ذات المحتوى الرطوبي الأعلى، وبالتالي فهي تتطلب انحرافاً أكثر للجوانب لتعطي قوى مقاومة معينة .

وقد أوضح بروغ وجراهـام[٥] أنه بـالرغم من أن جـزء من الزيسـادة في الكثافة مع زيادة المحتوى الرطوبي عند ضبط وتعديل معين يـرجع إلى المـاء الإضافي، فإن كمية المادة الجافة لكل بالـة هي أيضاً أكبـر بكثير. وقـد وجدا أيضاً أنه عند ضبط معين قد كانت هناك زيادة كبيرة في الكثافة عند زيادة معدل التبيـيل.

وعندما استعمـال اليايـات الملتفة في أجهـزة التحكم في الشد (شكـل ١٥ ـ ٣ يمين )، فـإن تلك اليايـات تسمـح ببعض الـزيـادة في الانحـراف إذا انخفض معابر المرونة، ولكن تقل القوة الجانبية وبذلك تقل $F_c$ وكثافة البالة .

وشدادات التحكم الهيدروليكية تستعمل فيها أسطوانة هيدروليكية لتحل

محل اليايين كما في شكل (١٥ ـ ٣ يسار). وفي معظم الحالات يكون الضغط الهيدروليكي ثابتاً (ولكن يمكن ضبطه من مكان السائق) حيث أنه من الضروري أن يكون الضغط الجانبي لضبطة معينة منتظماً عند كل الانحرافات. ويتغلب هذا النظام على تأثيرات التغيير في معايير المرونة للدريس ولكنه لا يعوض عن أي تغييرات في معامل الاحتكاك. وقد حافظ ناتيون[١٨] على ضغط هيدروليكي ثابت أثناء تبييل خليط من البرسيم وحشيشة الرأي عند محتويات رطوبية من ١٥ إلى ٤٩٪ وقد وجد أن الكثافة محسوبة على أساس الوزن الجاف بقيت تقريباً ثابتة عند حوالي ٩٦ كيلوجرام/ متر مكعب (٦ رطل/ قدم مكعب). وتشير هذه النتائج إلى أن معامل الاحتكاك لم يتغير كثيراً مع هذا النوع من الدريس .





**شكل ١٥ ـ ٣ : نوعين من وسائل التحكم في كثافة البالة**

**يسار : نوع ذز التحكم الهيدروليكي الأتوماتيكي(Courtesy of J. A. Free manan and Son) .**

**يمين : نوع ذو اليايات الملتفة (Courtesy of International Harvester Co.) .**

والجهاز المبين في شكل (١٥ ـ ٣ يسار) صمم ليضبط الضغط الهيدروليكي أوتوماتيكياً للحفاظ على كثافة أكثر انتظاماً للبالة. ويتم التحكم في ضغط الأسطوانة عن طريق عجلة نجمية محملة بزمبرك والتي تدور عند تلامسها

مع البالة حيث تخترق أسنانها البالة لمسافة أكبر أو أقل معتمداً على كثافة البالة. وإذا زادت الكثافة مثلاً، فتتحرك العجلة لأعلى لتحرك صمام تحكم على العمل ليقلل ضغط الزيت في الأسطوانة أوتوماتيكياً. لاحظ أن هذا النموذج يقوم بضغط جميع الجوانب الأربعة إلى بعضها بواسطة وصلات ميكانيكية.

### ١٥ ـ ٧ فصل البالات وأنظمة التربيط

يزود المكبس بسكين على مقدمة حافته الجانبية من جانب فتحة التلقيم (شكل ١٥ ـ ١ و ١٥ ـ ٢) والتي تعمل بالاشتراك مع سكين مثبت بجانب غرفة التبييل للفصل تماماً بين شحنات الدريس المتتالية بالتقطيع إلى شرائح. والتقطيع إلى شرائح يسهل تفكيك البالة لتغذية الحيوانات عليها كما أنه لا يعطي فصلاً بين البالات في غرفة التبييل. وعندما تصل البالة إلى الطول المطلوب تمر إبرة أجهزة التربيط الأوتوماتيكي خلال مجاري في واجهة المكبس أثناء احتجازه للدريس في وضع الكبس.

والطريقة العادية للتحكم في طول البالة في آلة التبييل الأوتوماتيكية تتم عن طريق عجلة مسننة تدور باتصالها مع البالة في غرفة التبييل (العجلة النجمية اليسرى في شكل(١٥ ـ ٣ يسار). وعندما تتحرك المواد الموجودة في غرفة التبييل خلال الطول المحدد سابقاً لطول البالة يقوم جهاز القياس بتوصيل القابض القائد لوحدة التربيط. ومع ذلك لا تبدأ الدورة إلاّ بعد أن يصل المكبس إلى الوضع المناسب للتوقيت الصحيح بين الإبر والمكبس. وعند السرعات العادية لعمود المرفق للمكبس تتم الدورة الكاملة مشتملة على مشوار حركة الأبر في حوالي $\frac{1}{2}$ ثانية. ويرتبط انتظام طول البالة عكسياً بكمية الدريس المضغوط لكل مشوار من المكبس، حيث أنه يجب أن تحتوي كل بالة على العدد الكامل للشحنات المضغوطة.

ويلاحظ أن البالات المربوطة بالأسلاك تكون أكثر تحملاً من البالات

المربوطة بدوبار التيل ، ولهذا السبب فهي تفضل عندما يباع الدريس مع وجوب تداوله عدة مرات. وتمتاز البالات المربوطة بالدوبار بسهولة فكها ، كما أنها لا تضر الحيوانات عند تناولها مع وجود بعض قطع الدوبار بها، بعكس البالات المربوطة بالأسلاك . وقد أشارت الاختبارات إلى أن متوسط كمية الدوبار المطلوبة هي حوالي ١,٥ كيلوجرام/ ميجاجرام من الدريس [٣ رطل/ طن][٢٣] بينما تكون كمية السلك المطلوبة للمقاسات العادية من البالات ذات التربط بسلكتين أو ثلاثة، على فرض كثافة البالة في حدود ١٩٠ كيلوجرام/ متر مكعب [١٢ رطل/ قدم مكعب]، هي حوالي ٤ كيلوجرام/ ميجاجرام [٨ رطل/ طن].

وقد طورت الخيوط البلاستيكية (بولي بروبيلين) في أواخر أعوام ١٩٦٠ . وهذه الخيوط قوية مثل الأسلاك ولكنها لا تقوى أمام القوارض. وهي في مكانة متوسطة بين الأسلاك والدوبار من حيث التكلفة لكل ميجاجرام من الدريس. كما أنها لا تتعفن ولكن لا يمكن التخلص منها بحرقها. وهي ذات قطر أكثر انتظاماً عن الدوبار التيل والتي هي ميزة فيما يتعلق بأداء وحدة عمل العقدة. ويتم استخدام الخيوط البلاستيكية بصفة أكبر كبديل للأسلاك أكثر مما هو كبديل للدوبار التيل.

وقد أعدت الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين مقاييس للدوبار والأسلاك التي تستخدم في التربيط. وتشتمل هذه المقاييس على مواصفات لطول اللفة، قوة الخيوط أو الأسلاك، التغليف، قطر السلك. . . . . . . إلخ . والحد الأدنى لقوى الشد للخيط (غير محدد مادة الصنع) هو ٤٤٥ ، ٦٦٧ ، ٨٩٠ و ١١١٢ نيوتن [١٠٠ ، ١٥٠ ، ٢٠٠ و ٢٥٠ رطل] لأصناف عرفت بالخفيف، المتوسط ، الثقيل، والثقيل جداً على الترتيب. وعادة ما يكون متوسط قوى الشد أعلى بكثير عن هذه الحدود الدنيا. بينما يكون إجهاد الشد للسلك بين ٣٤٥ إلى ٤٨٣ ميجاباسكال [٥٠,٠٠٠ إلى ٧٠,٠٠٠ رطل/

بوصة مربعة] وبقطر ١,٩٣ ملليمتر ± ٠,٠٥ ملليمتر [٠,٠٧٦ بوصة ± ٠,٠٠٢ بوصة] وتمثل هذه المواصفات قوى كلية من ١٠٠٠ إلى ١٤٢٠ نيوتن [٢٢٥ إلى ٣٢٠ رطل].

## ١٥ ـ ٨ أجهزة التربيط بالدوبار الأوتوماتيكية :

إن وحدات التربيط الموجودة على آلات التبييل ذات التربيط بالدوبار هي، من حيث الأساسيات، نفس تلك المستعملة ولمدة سنين عديدة على آلات الحصد والربط. ويبين شكل (١٥ ـ ٤) المكونات الأساسية لجهاز عمل العقد. وفي الصورة اليسرى نرى الإبرة وقد ألقت الدوبار حول البالة ووضعته في مشبك الدوبار. وبعد ذلك يدور القرصان الخارجيان للمشبك من خلال الزاوية بين الحزوز المتجاورة بينما يظل القرص المركزي ثابتاً، وبذلك يتم ضغط الدوبار بين الأقراص المحملة بزمبركات لتمسك به أثناء انسحاب الإبرة. وفي الصورة اليمنى نرى تجميعه جهاز العقد، وقد دار تقريباً لفة واحدة




شكل ١٥ ـ ٤ : صورتين لجهاز عمل العقدة فى آلة التبييل الأوتوماتيكية
( Courtesy of International Harvester Co ) .

ليعمل حلقة من الدوبار حول جهاز العقد. وعندما يدور جهاز العقد أكثر يتم قفل العقدة حيث إن الدوبار يكون ممسوكاً في المشبك. وتقوم السكينة بعد ذلك بقطع الدوبار بعد العقد.

وفي الحقيقة فإن نظام التربيط الميكانيكي سواء كان للدوبار أو السلك، هو نظام معقد ويتطلب عناية وضبطاً فائقاً وتوقيتاً ملائماً لأجزائه مع توفر الصيانة المناسبة وإحلال الأجزاء المتآكلة منه.

### ١٥ ـ ٩ أجهزة التربيط بالسلك الأوتوماتيكية:

يبين شكل (١٥ ـ ٥) نوعين من لاويات الأسلاك، وكل نوع له وسيلة تثبيت تمسك بنهاية طرف السلك الذي يمر من لفة السلك خلال ثقب موجود في الإبرة أثناء انسحابها ليمر بعد ذلك حول البالة التي يتم تكوينها. وعندما تصل الإبرة إلى نهاية موضع تقدمها خلال دورة التربيط تتحرك وسيلة التثبيت لعمل:

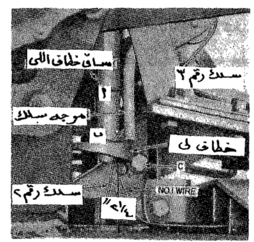
أ ـ تحرير نهاية السلك التي كانت ممسوكة أثناء تكوين البالة.

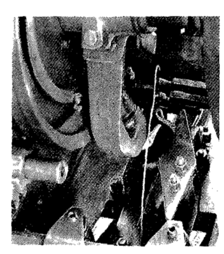
ب ـ قص السلك الذي أحضرته الإبرة.

جـ ـ الإمساك بطرف السلك من بعد القطع من الإبرة والذي سيظل ممسوكاً للبالة التالية. واللاويات الحلقية لها مشبك دوار من النوع القرصي المزدوج ووسيلة قطع السلك. واللاويات المستقيمة لها وحدة قص ـ و ـ إمساك متأرجحة تتحرك من جانب إلى آخر للدورات المتتالية وهي توجد في الشكل خلف إشارة «السلك رقم ٣».

ويبدأ ـ في كلا النوعين ـ خطاف لي السلك في الدوران أثناء حدوث عملية القص ـ والإمساك بالسلك، ويستمر في الدوران لعدة دورات بعد تحرر نهايتي السلك. وتقوم موجهات الأسلاك بمنع نهايات السلك من الدوران مع خطاف آلي. وفي جهاز اللي الحلقي يتسبب موجه السلك في ثني نهايات

السلك حول الخطاف، بينما جهاز اللي المستقيم فهي تمسك فقط بالنهايات القريبة من ساق خطاف اللي . وتعمل حركة البالة المربـوطة إلى الخلف على سحب حلقة السلك من على الخطاف (شكل ١٥ ـ ٥ يسار) . كما تعمل حركة البالة على سحب النهايات الملتوية من السلك إلى أسفل بعد الخطاف وذلك بعد إتمام لي السلك (شكل ١٥ ـ ٥ يمين) .



شكل ١٥ ـ ٥ : نوعين من لاويات الأسلاك :
يسار : جهاز لي حلقي (Courtesy of International Harvester Co)
يمين : جهاز لي مستقيم (Courtesy of Sperry New Holland) .

## ١٥ ـ ١٠ سعات آلات التبييل :

إن من بعض خصائص الآلة والتي تؤثر على سعة آلة التبييل هي :

أ ـ مقاس البالات .
ب ـ عدد مشاوير الكباس في الدقيقة .
جـ ـ حدود سعة نظام الالتقاط والتغذية .
د ـ مقدار القدرة المتاحة .
هـ ـ تحمل الآلة ومـدى الاعتماد عليهـا . والعوامـل التشغيلية الهـامة تشتمـل على :

أ - مقاس وانتظام صفوف الدريس المجمع.

ب - حالة سطح التربة والذي يحد من السرعة الأمامية للآلة.

جـ - حالة الدريس.

هـ - كثافة البالات.

و - درجة مهارة العامل.

ويتضح من الاعتبارات السالفة الذكر أن سعات التبييل يمكن أن تتغير تغيراً واسعاً. وتتراوح السعات القصوى والتي تتدعى بها الشركات المنتجة عادة من ١٤ إلى ١٨ ميجاجرام [١٥ إلى ٢٠ طن] من الدريس في الساعة (وقد تصل إلى أعلى من ذلك في بعض الأحيان). ومن المرجح أن هذه السعات قد بنيت على أساس حدود خاصة بالآلة. ومع ذلك فإن المتوسطات العامة لهذه السعات غالباً ما يتحكم فيها مقاس صف الدريس، حدود السرعة بسبب حالة الحقل والكفاءة الحقلية (الوقت المفقود). وعلى سبيل المثال، إذا كان الإنتاج الحقلي ٢,٨ ميجاجرام/هكتار [$\frac{1}{4}$ ١ طن/أيكر] فيكون مطلوباً عمل صفوف طولية على مسافة ٨,٠ متراً [ ٢٦,٤ قدم ] لتعطي في المتوسط ١١ ميجاجرام/الساعة [١٢ طن/الساعة ] عند سرعة قدرها ٦,٥ كيلومتر/الساعة [٤ ميل/الساعة]، وكفاءة حقلية قدرها ٧٥ ٪.

وقد اختبر المعهد القومي للهندسة الزراعية NIAE سبعة نماذج من آلات التبييل في انجلترا في عام ١٩٦٤ م وكانت أبعاد غرفة التبييل ٣٦ × ٤٦ سنتيمتراً [١٤ × ١٨ بوصة] وتم الحصول على أقصى إنتاجية دريس مستمرة في حدود من ١١ إلى ١٦,٣ ميجاجرام/ساعة [١٢ إلى ١٨ طن/ساعة][٢٣]. بينما استمر المعدل عالياً لفترة قصيرة بين ١٨ إلى ٢٢ ميجاجرام/الساعة [٢٠ إلى ٢٤ طن/الساعة]. وكما أعطت بيانات الحصر على ١٨٠ من مستعملي هذه الآلات أن المتوسط العام كان بين ٤,٥ إلى ٧,٣ ميجاجرام/الساعة [٥

إلى ٨ طن/ الساعة] وقد سجل فون بارجن(٢٤) متوسطات موسمية بين ١,٥ إلى ٧,٠ ميجاجرام/ الساعة [٥,٦ إلى ٧,٧ طن/ الساعة] وذلك لأربعة آلات تبييل ذاتية الحركة في نبراسكا خلال الأعوام ١٩٦٣، ١٩٦٤ و١٩٦٥ وأن أقصى سعة تحصل عليها كانت أقل من ١٤,٥ ميجاجرام/الساعة [١٦ طن/ الساعة].

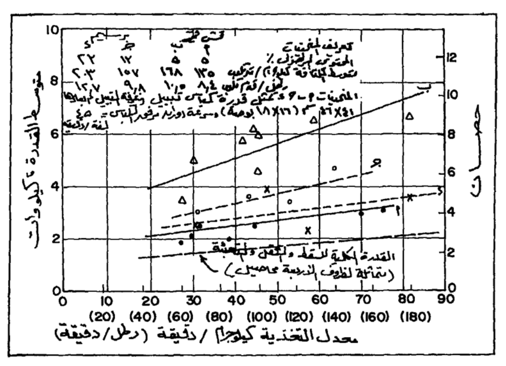
**١٥ ـ ١١ متطلبات القدرة:**

في اختبارات المعهد القومي للهندسة الزراعية(٢٣) NIAE كانت متطلبات قدرة العمود الخلفي لتشغيل لسبعة آلات تبنيل دريس قد مثلت طاقة داخلة تعادل ٠,٦٩ كيلووات ساعة/ميجاجرام [٠,٨٤ حصان ـ ساعة/ طن] لثلاثة آلات عند أقصى متوسط معدل تغذية(*) قدره ٢٠,٦ ميجاجرام/الساعة [٢٢,٧ طن/ الساعة] و٠,٩٠ كيلوات. ساعة/ميجاجرام [١,١٢ حصان ـ ساعة/طن] لأربعة آلات عند أقصى متوسط معدل تغذية قدره ١٢,٧ ميجاجرام /الساعة [١٤ طن/ الساعة]. ولم توضح نوعية الدريس المستعمل والمحتويات الرطوبية له. وقد حدد بروج وجراهام(٥) في عام ١٩٥٣ القدرة الداخلة لمختلف مكونات آلة تبييل ذات تربيط بالدوبار وعلى مدى واسع من الظروف ولكن مع أقصى معدل تغذية قدره ٥ ميجاجرام [٥ ½ طن/الساعة] فقط. ويبين شكل (١٥ ـ ٦) العلاقة بين متوسط قدرة الكباس ومعدل التغذية لأربعة ظروف محصولية وأيضاً القدرة الكلية المطلوبة لكل المكونات الأخرى لآلة التبييل. وتشير هذه المنحنيات إلى أن متطلبات القدرة الكلية تزداد بسرعة أقل عن معدل التغذية. ففي حالة البرسيم ذي المحتوى الرطوبي المرتفع كانت متطلبات الطاقة الكلية ١,٩ كيلووات. ساعة/ميجاجرام [٢,٣ حصان ـ ساعة/طن] عند معدل تغذية ٢,٣

(*) يعرف معدل التغذية بأنه المعدل الذي تدخل به المواد إلى آلة التبييل أثناء وقت التشغيل الفعلي (أي عند ١٠٠ ٪ كفاءة حقلية).

ميجاجرام/الساعة [$\frac{1}{2}$ ٢ طن/الساعة] و ١,٢ كيلووات. ساعة/ميجاجرام (١,٥ حصان ـ ساعة/ طن) عند معدل تغذية ٤,٥ ميجاجرام/الساعة [٥ طن/ الساعة].

وتشير مقارنة المنحنيات (أ) و(ب) إلى أن مع هذا القش الجاف فقد تضاعفت تقريباً متطلبات قدرة الكباس عند زيادة كثافة البالة بحوالي ٢٥ ٪ فقط حيث زادت من ١٣٥ إلى ١٦٨ كيلوجرام/متر مكعب (٨,٤ إلى ١٠,٥ رطل/ قدم مكعب). ويبين المنحنى (د) متطلبات قدرة الكباس لتبييل البرسيم عند محتوى رطوبي قدره ٢٣ ٪ والتي هي الحد الأعلى لمستوى الرطوبة للتخزين الآمن لهذا المحصول. وعند هذا المحتوى الرطوبي كان تأثير كثافة البالة على متطلبات القدرة أقل كثيراً عنه في حالة القش الجاف.




شكل ١٥ ـ ٦: العلاقة بين متوسط متطلبات القدرة ومعدل التغذية (هذه البيانات مأخوذة من الرسالة الغير منشورة والمقدمة من J.A.Graham في جامعة بوردو عام ١٩٥٣).

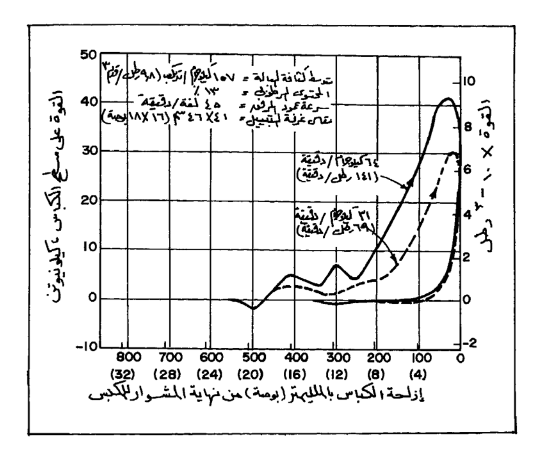
وفي مجاميع أخرى من الاختبارات على تبييل البرسيم وتعديل الكثافة للإبقاء على كمية ثابتة من المادة الجافة لكل بالة، فقد زادت متطلبات قدرة الكباس عند خفض المحتوى الرطوبي. وقد كان التأثير واضحاً جداً عند محتويات الرطوبة المنخفضة وبتغيير طفيف جداً فوق محتوى رطوبي من ٢٠ إلى ٢٥ ٪.

ويبين شكل (١٥ ـ ٧) العلاقة بين القوة على سطح الكباس والإزاحة التي يتحركها الكباس عند معدلين من التغذية كما حددها بروج وجراهام(٥). وهذه المنحنيات في الحقيقة منحنيات للشغل المطلوب لكبس الدريس وتحريك البالة خلال غرفة التبييل. وتتمثل المساحة الواقعة تحت المنحنى الشغل الكلي اللازم. وتتشابه المنحنيات في الشكل فيما عدا أن الكبس يبدأ متأخر قليلاً مع شحنات الدريس الأصغر كما أن أقصى قوة وصلت إلى ٧٦ كيلو نيوتن [١١,٠٠٠ رطل] عند تبييل قش قمح عند ٥ ٪ رطوبة. والقمم الصغرى للقوى التي تظهر في شكل (١٥ ـ ٧) في حدود إزاحة بين ٣٠٠ إلى ٤٠٠ مليمتر ترجع إلى القص الذي يحدث على شحنات الدريس بواسطة السكين على الكباس. وتتغير قيمها وأماكن حدوثها لمختلف النماذج من آلات التبييل، وعادة ما تظهر متأخرة عما إذا كان الحال عليه في آلة التبييل المختبرة. ومن ناحية أخرى، فإنه يمكن تطبيق منحنيات الشغل هذه على آلات التبييل الأخرى بعد عمل المسموحات الملائمة لأبعاد ومقاس غرفة الكبس وسرعة عمود المرفق(٥).

ومن الرسم البياني للشغل بالإضافة إلى قوى احتكاك الكباس وقوى القصور الذاتي يمكن تحديد العلاقة بين عزم عمود المرفق وزاوية عمود المرفق. وبالأخذ في الاعتبار سرعة عمود المرفق فإنه يمكن الحصول على قدرة الكباس كما هي موضحة في شكل (١٥ ـ ٦)، وقد وجد بروج وجراهام

في اختباراتهم أن متطلبات قدرة الكباس القصوى أثناء جزء من مشوار الكبس كانت حوالي من ٨ إلى ١٢ مرة أكبر من متوسط قدرة الكباس عند تبييل قش القمح عند ٥ ٪ رطوبة (المنحنى ، أ، ب) و ٧ إلى ٩ مرات من متوسط القدرة في حالة البرسيم عند ٢٣ ٪ رطوبة (المنحنى د). وهذه المتطلبات القصوى تأتي أساساً من الطاقة الحركية التي تتوفر من تباطؤ حدافة آلة التبييل.

وتشير المنحنيات في شكل (١٥ ـ ٧) إلى زيادة معتدلة في القوة القصوى للكباس عند مضاعفة معدل التغذية. وقد لاحظ ناتيون[١٨] تأثيراً مشابهاً عند زيادة معدل التغذية من خليط البرسيم وحشيشة الراي.




**شكل ١٥ ـ ٧: منحنى الشغل للكباس عند معدلين تغذية من البرسيم ولا يشتمل على قوى الاحتكاك وقوى القصور الذاتي للكباس (D.E.Burrough and J.A. Graham[5]).**

**١٥ ـ ١٢ الحماية من الأحمال الزائدة:**

من الضروري حماية الكباس ونظام التشغيل بسبب زيادة الأحمال التي تحدث أحياناً عند التقاط المواد الغريبة مع الدريس أو كتل الدريس، أو الاختلافات في المحتوى الرطوبي للدريس، أو الإهمال في التشغيل أو بعض العوامل الأخرى. وعادة يتم استخدام مسمار القص كوسيلة حماية بين الحدافة والكباس.

ومن المرغوب فيه استعمال سقاطة أوتوماتيكية لإيقاف الكباس في مشوار الكبس إذا ما حدث خلل ترتب عنه عدم انسحاب الإبرة من غرفة التبييل. ويقوم جهاز تشغيل الإبرة بتحريك السقاطة المحملة بزمبرك إلى الوضع المهيأ للسقوط في كل مرة تدخل فيه الإبرة غرفة التبييل كما يرجعها عند ترك الإبرة للغرفة. ويقف المكبس إذا ما اصطدم بالسقاطة مسبباً قص أو كسر للمسمار المركب على الحدافة.

وتحتاج آلات التبييل إلى تدار عن طريق عمود الإدارة الخلفي إلى قابض انزلاقي احتكاكي حيث يركب بين عمود الإدارة الخلفي والحدافة ليحد من قيمة العزوم القصوى التي يسببها الكباس عند كل مشوار كبس (شكل ٣ ـ ١٨). ويسمح الانزلاق اللحظي للقابض بتباطؤ الحدافة، وبذلك تتوفر طاقة حركية لمواجهة متطلبات الذروة من العزوم. كما يستعمل القابض ذو العجلة الحرة في الآلات التي تستعمل عمود الإدارة الخلفي حيث تحمي محرك الجرار إذا انخفضت سرعته فجأة بدون فصل قابض عمود الإدارة الخلفي.

وتتم حماية اسطوانة الالتقاط ـ عادة ـ بواسطة قابض انزلاقي. كما تستعمل أنواع مختلفة من وسائل تحديد الحمل على أنظمة التغذية. وتستعمل أحياناً وسائل حماية إضافية تشتمل على مسمار القص في نظام التربيط وأجهزة لتحرر الإبرة إذا ما اصطدمت بعائق.

## تداول البالات العاديــة

يتوفر مدى واسع من معدات تداول بالات الدريس بداية من التعامل مع المحصول في الحقل وحتى تخزينه. . وتتوافر أنظمة للميكنة الكاملة مع سعات عالية للمعدات ولكنها تتطلب استثماراً كبيراً لهذه المعدات. بينما تستعمل في أنظمة أخرى معدات ليست غالية نسبياً، مما يجعلها مناسبة للمساحات الصغيرة ولكنها تتطلب معدلات متفاوتة من العمالة اليدوية. وتؤثر ـ أيضاً ـ طريقة التخزين في اختيار النظام المستعمل. كما أن عدم وجود مواصفات قياسية للبالات يعقد من ميكنة تداول هذه البالات. وسوف تناقش في الأجزاء التالية الأنظمة الأكثر شيوعاً.

**١٥ ـ ١٣ محملات البالات وموجهات البالات:**

أحد الاتجاهات الأولى لتقليل العمالة الشاقة في تداول البالات يدوياً كان في أعوام ١٩٤٠' حيث طورت محملات للبالات تشبك إلى عربات النقل أو مقطورات تجميع مسطحة. وكان لهذه المحملات عجلات خاصة بها، ومصعد ناقل ميكانيكي يتم تشغيله بمحرك بنزين أو بعجلات الارتكاز على الأرض. وتركب المحملة مؤقتاً على أحد جوانب العربة الناقلة أو المقطورة من خلال توصيلات تدفع المحملة وتحافظ على اتجاهها بالنسبة لعربة النقل أو المقطورة (نصف معلقة).. ويتم التقاط البالات ورفعها إلى ارتفاع يمكن ضبطه أثناء تحرك المركبة في الحقل. ويقوم رجل أو اثنان برص البالات على

المقطورة يدوياً، حيث يتم ترتيب البالات في طبقات (مع زيادة الارتفاع بزيادة تحميل المقطورة). ويمكن استعمال مصعد مماثل في رص البالات في المخزن. وتعتبر محملات البالات رخيصة التكلفة نسبياً ولكنها تتطلب قدراً من العمالة اليدوية.

كما استعمل نظام آخر ولعدة سنوات، وفيه تسحب مقطورة تجميع مسطحة خلف آلة التبييل تزود بامتداد توجيه تدفع من خلاله البالات إلى المقطورة. وكما في حالة محمل البالة فيجب أيضاً رص البالات على المقطورة يدوياً، ويتم التفريغ على مرفاع يدوياً في المخزن. وقد بينت الدراسات الحقلية أن وجود المقطورات يخفض من الكفاءة الحقلية لعملية التبييل.

## ١٥ ـ ١٤ قاذفات البالات:

لقد أصبحت تركيبات قاذفات البالات متاحة تجارياً في عام ١٩٥٧[٢٥]. وهي شائعة الاستعمال في الولايات الشرقية وخاصة في المساحات الصغيرة نسبياً، حيث تخزن البالات في مخازن المزرعة، ويتم تغذية الحيوانات عليها في نفس المزرعة[١٤].

وترمى قاذفات البالات كل بالة من آلة التبييل إلى المقطورة المسحوبة والتي لها جوانب عالية، وفي بعض الأحيان قد يكون لها قاعدة متحركة للتفريغ الميكانيكي. ويمكن ضبط مسافة القذف من موضع السائق لتسهيل الملء العشوائي للمقطورة بدون عمالة يدوية. ويتم التفريغ في المزرعة على مرفاع عادي أو رأسي وإسقاط البالات في توزيع عشوائي في المخزن، أو قد ترص يدوياً. ويفيد التوزيع العشوائي في التجفيف الصناعي للبالات ولكنه يتطلب حيز تخزين أكبر من الرص المحكم. وقد تحتاج العملية إلى وجود رجل واحد لوضع البالات على الجزء الأفقي من المرفاع. وتصمم معظم قاذفات البالات

لتناسب آلات التبييل ذات الأبعاد ٣٦ × ٤٦ سنتيمتر [١٤ × ١٨ بوصة]. وتعمل البالات بأطوال أقصر قليلاً حيث تكون أطوالها ١٦ إلى ٨١ سنتيمتراً [٢٤ × ٣٢ بوصة] وبأوزان من ١٨ إلى ٢٧ كيلو جرام [٤٠ إلى ٦٠ رطل].

وفي أحد الأنواع العادية من قاذفات البالات له اثنين من السيور الناقلة المسطحة والمائلة أعلى تعمل باستمرار عند سرعات قصوى من ١٠ إلى ١٣ متر/الثانية [٢٠٠٠ إلى ٢٥٠٠ قدم/ دقيقة] وتتلامس مع السطح العلوي والسفلي للبالة التي يتم قذفها. وفي نظام آخر يكون له ثلاث أسطوانات مموجة تحت البالة وثلاثة أخرى فوقها تحركها وتقذف بها. ويتحصل على القدرة اللازمة من حدافة آلة التبييل أو من وحدة تشغيل أخرى. وتضبط مسافة القذف عن طريق وحدة تشغيل ذات سير متغير السرعة. وقد يستعمل محرك منفصل لهذا الغرض. . كما أن لبعض قاذفات البالات ذراع قذف أو كفة أو ناقلات ذات أسنان وجميعها تعمل بصورة متقطعة عندما تلامس البالة سقاطة تحرر هذه الوسائل للقذف بالبالة. ويتم الحصول على القدرة اللازمة من الكباس أو من عمود المرفق في مشوار رجوع الكباس أو من محور دوار في نظام تشغيل آلة التبييل، كما أنه يوجد نموذج[٢٢] له كفة قذف تعمل أوتوماتيكياً عن طريق اسطوانة هيدروليكية. وتدار الطلمبة الهيدروليكية عن طريق حدافة آلة التبييل، كما تضبط مسافة القذف من مكان سائل الجرار بضبط الضغط.

وتشبك قاذفات البالات مع آلات التبييل من خلال محور ارتكاز بحيث يمكن التحكم في الاتجاه الأفقي عند الدورانات. وفي بعض الحالات يتم التحكم في الاتجاه بتوصيل أذرع دليلية لجهاز شبك عربة النقل، وفي النماذج الأخرى يتحكم السائق في الاتجاه من مقعد الجرار أما هيدروليكياً أو كهربائياً.

**١٥ ـ ١٥ عربات البالات الأوتوماتيكية:**

لقد طورت عربات البالات الأوتوماتيكية في أواخر عام ١٩٥٠ م وأصبحت شائعة الاستعمال في مناطق الإنتاج الكبير للدريس في الولايات

الغربية والغربية الوسطية. والتكلفة الأولية لها تجعلها غير عملية من الناحية الاقتصادية للمساحات الصغيرة. والنماذج من النوع المقطور منها لها سعات تحميل من ٢,٣ إلى ٣,٢ ميجاجرام[ ٢½ إلى ٣⅓ طن] وتكلف فقط بين نصف إلى ربع قيمة النماذج الذاتية الحركة ذات السعات من ٣,٢ إلى ٤,٥ ميجاجرام[٣½ إلى ٥ طن] . وتلتقط هذه الآلات البالات الفردية في الحقل أوتوماتيكياً، كما تقوم برصها على العربة وتفرغها ميكانيكياً، وبذلك تلغي كل العمالة اليدوية. ويمكن لبعض النماذج أن تضع الحمل كله كوحدة متراصة، والبعض الآخر يمكنها تفريغ البالات فردياً. ويلائم التفريغ الفردي للبالات طريقة تغذية الحيوانات في المداول وكذلك التخزين في المخازن.

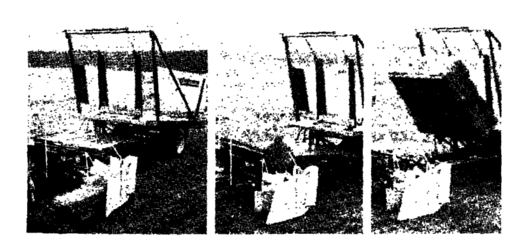
وإذا ما كانت الظروف الحقلية مواتية فإن النماذج الذاتية الحركة تستطيع أن تلتقط البالات على سرعات عالية تصل بين ١٦ إلى ٢٤ كيلومتر/الساعة [١٠ إلى ١٥ ميل/الساعة] وأن تتعامل مع ما يقرب من ١٤ إلى ١٨ ميجاجرام [١٥ إلى ٢٠ طن] من بالات الدريس ذات الثلاث أسلاك في الساعة عندما يتم رصها على حافة الحقل.

ويبين شكل (١٥ ـ ٨) ثلاثة مراحل من دورة التحميل لنوع واحد من عربات البالات الأوتوماتيكية. والنوع المبين في الشكل هو النوع المقطور ولكن تتوفر أيضاً النماذج ذاتية الحركة من نفس النوع. فعندما يضع جهاز الالتقاط البالة الثانية على الطاولة الأمامية، تتحرك سقاطة لتسبب إمالة الطاولة (الصورة الوسيطة) لتضع البالات على الطاولة الثانية وتقوم أزواج البالات التالية بدفع البالات السابقة إلى الطاولة الثانية في المؤخرة. وعندما يتم تحميل الطاولة الثانية تماماً بالبالات يتم إمالتها إلى أعلى بطريقة أوتوماتيكية (الصورة اليمنى) لوضع صف البالات على طاولة التحميل. والشوكتان الرأسيتان المبينتان عند مقدمة طاولة التحميل يتم دفعهما للخلف بمجرد إضافة صفوف

البـالات. ويتم الحصول على القـدرة الهيدروليكيـة للوحدات المقـطورة من طلمبة تدار عن طريق عمود الإدارة الخلفي للجرار.

وتفريغ البالات كوحدات رص مجتمعة تتم بإقامة طاولة التجميع والتحرك للأمام لسحب الشوك الخلفية من تحت الحمل المرتكز على الأرض. ويكون للوحدات الذاتية الحركة أجهزة دفع لتسهيل سحب الشوك بدون تحريك الرصة. ويمكن التفريغ الفردي للبالات عن طريق نظام يسمح بتحريك البالات أمامياً على طاولة التجميع وتفرغها صفاً صفاً على الطاولة الثانية المائلة قليلاً. ويوجد على الطاولة الثانية ناقل مستعرض يحرك البالات المتجاورة في أزواج. ويمكن أيضاً استعادة الـرصات مـرة ثانيـة في بعض نماذج الأنـواع المقطورة أو تتـوفر وحدات مستقلة مركبة على الشاحنة لاستعادة الرصات على عـربات. النقـل. وهـذه الوحـدات تضغط على قاعـدة الرصـة كما أن لهـا شوك طـويلة لتمسك بالطبقات العليا منها.

وقـد استعملت عربـات البـالات الأوتـومـاتيكيـة التي تستخـدم الـطرق



**شكل ١٥ ـ ٨ ثلاثة مراحل في دورة التحميل لإحدى أنواع عربات نقل البالات الأوتوماتيكية (Courtesy of Sperry New Holland).**

المختلفة للرص والتفريغ وعلى نطاق تجاري في عام ١٩٧٠. وتقوم الآلة الذاتية الحركة برص البالات على هيئة طبقات واحدة تلو الأخرى. ويقوم قفص شبكي بتوجيه البالات على كل طبقة ويتم رفع القفص أوتوماتيكياً عند اكتمال طبقة البالات. ويتم توصيل البالات من جهاز اللقط إلى شبكة الرص عن طريق سير ناقل مائل. ويمكن للعامل ضبط ترتيب البالات في الرصة لأحكام ترابطها مع بعضها. وتصل أبعاد الرصة تقريباً إلى ٢,٤ متر × ٢,٤ [٨ قدم × ٨ قدم] وبارتفاع ٧ بالات. ويتم تداول الرصات بواسطة المرفاع الشوكي حيث يمكنها وضع الحمل بالكامل على الناقلات الكبيرة أو رصها على الأرض للتخزين بارتفاع حملين فوق بعضهما. وتعتبر هذه النوعية من الآلات متعددة الاستعمال أكثر من النوع الذاتي الحركة المبين في شكل (١٥ ـ ٨) ولكن ثمنها أعلى.

### ١٥ ـ ١٦ مجمعات البالات الأوتوماتيكية:

لقد طور نظام لتجميع البالات في أواخر أعوام ١٩٦٠ م حيث يسمح هذا النظام بالتداول الميكانيكي للبالات على هيئة طبقة فردية تحتوي على ثماني بالات. والمكونات الأساسية لهذا النظام هي مجمعة البالات الأوتوماتيكية التي تتصل بمؤخرة آلة التبييل، مرفاع ذو مسافات معلق على الجرار لالتقاط مجاميع من ثمانية بالات، وعربة نقل مسطحة القاعدة وبأبعاد تناسب مجاميع البالات(١٣).

ومجمعة البالات الأوتوماتيكية عبارة عن مقطورة منخفضة ترتكز على عجلتين وتتصل بخلفية آلة التبييل بطريقة نصف معلقة وبذلك تدور مباشرة مع آلة التبييل. وتأتي البالات من خلال موجة للبالات على أرضية المجمعة حيث يتحرك ذراع هيدروليكي أوتوماتيكياً ليدفع أزواج البالات إلى جانب واحد من المجمعة حتى يكتمل عدد البالات إلى ثمانية. ثم يتحرك قضيب آخر يأخذ

حركته عن طريق جنزيرين ناقلين ليحرك مجموعة البالات ويدفعها من مؤخرة المجمعة لتسقط على الأرض من ارتفاع حوالي ٣٠٠ مليمتر [١٢ بوصة]. ويجب أن تكون سرعة الجنزيرين في تزامن مع السرعة الأمامية حتى يحافظ على مجموعة البالات في صورة متماسكة. تستمد القدرة الهيدروليكية المطلوبة لتحريك ذراع الرص وناقل التفريغ من طلمبة منفصلة تدار عن طريق آلة التبييل أو عمود الإدارة الخلفي في الجرار.

والمرفاع الشوكي المستعمل هو من النوع العادي الذي يركب على مقدمة الجرار ويفضل أن يكون ذو ارتفاع عالي. ولالتقاط حمل البالات، توضع شوكة البالات فوق البالات حيث يتم دفع اثنين من الخطافات الماسكة في كل بالة هيدروليكياً. كما يدفع لوح على المؤخرة ليسمع بالأحكام المبدئي على مجموعة البالات وذلك بحركة الجرار أمامياً. وقد تستعمل شوكة البالات في تحميل عربات نقل البالات، التفريغ، الرص أو أخذ البالات من الرصة. ويمكن رص البالات مباشرة في مخازن المنشأة إذا ما سمحت المساحات الداخلية بالتحرك فيها.

# أنظمة البالات الكبيرة

### ١٥ ـ ١٧ إعداد وتداول البالات الدورانية الكبيرة:

لقد كان أول استخدام تجاري لآلات عمل البالات الدورانية الكبيرة في عام ١٩٧١ م وأوائل ١٩٧٢ م حيث تقدمت شركتين بعرض آلاتهما في الأسواق[١١]. وحتى عام ١٩٧٥ م كانت قد تقدمت ٨ شركات بعرض ١١ نموذج أتيحت في الأسواق[١٥]،[١٦]. إن أكثر من ٤٠ ٪ من آلات التبييل المنتجة في الولايات المتحدة خلال عام ١٩٧٥ م كانت من النوع الذي ينتج بالات دورانية كبيرة[١]. والمقاسات النمطية للبالات المنتجة مبينة في الجدول رقم ١٥ ـ ١.

وتقوم بعض آلات التبييل الدوراني بعمل البالات عن طريق لف صف الدريس المكوم على الأرض مثلما تلف السجادة. ويستعمل ناقل من جنزير وخوص مزودة بأسنان زمبركية أو مجاميع من السيور المنبسطة بجانب بعضها مثبت عليها أشواك حيث يتحرك الأعلى وفي ملامسة مع مؤخرة البالة أثناء تكوينها. وتوجد شبكة ثابتة من القضبان الحديدية المنحنية على الجزء الأمامي العلوي من الناقل المتحرك ليكمل تشكيل البالة لتصل إلى أقصى قطر لها حيث تعتبر هذه وسيلة للتحكم في كثافة البالة إلى حدٍّ ما. وعندما تصل البالة إلى المقاس المطلوب يتم تصريفها برفع البوابة الخلفية (الجزء من الناقل الذي خلف البالة) ثم التحرك للأمام.

جدول رقم ١٥ ـ ١ بعض المقاسات النمطية وأوزان البالات الدورانية الكبيرة

| الطـول | | أقصى قطر | | أقصى وزن | | الكثافة المحسوبة | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| متر | قدم | متر | قدم | كيلوجرام | رطل | كيلوجرام/متر مكعب | رطل/قدم مكعب |
| ومن آلات التبييل التي ترفع صف الدريس المكوم إلى داخل الآلة: | | | | | | | |
| ١,٨٣ | ٦ | ٢,١٣ | ٧ | ١٣٦٠ | ٣٠٠٠ | ٢٠٨ | ١٣,٠ |
| ١,٦٨ | ٥,٥ | ١,٦٨ | ٥,٥ | ٦٨٠ | ١٥٠٠ | ١٨٤ | ١١,٥ |
| ١٦د٢ | ٥ | ١,٨٣ | ٦ | ٦٨١ | ١٥٠٠ | ١٧٠ | ١٠,٦ |
| ١,٢٢, | ٤ | ١,٥٢ | ٥ | ٤٥٠ | ١٠٠٠ | ٢٠٣ | ١٢,٧ |
| ١,٢٢ | ٤ | ١,٥٢ | ٥ | ٣٨٥ | ٨٥٠ | ١٧٣ | ١١,٣ |
| من آلات التبييل التي تلف البالة على سطح الأرض: | | | | | | | |
| ٢,١٣ | ٧ | ١,٨٣ | ٦ | ٥٤٠ | ١٢٠٠ | ٩٨ | ٦,١ |
| ١,٥٢ | ٥ | ١,٥٢ | ٥ | ٤٥٠ | ١٠٠٠ | ١٦٣ | ٨,١ |

**الأبعاد والأوزان مأخوذة من المعلومات التي تعطيها الشركات المنتجة. ولا يشتمل الجدول على كل المقاسات البينية.**

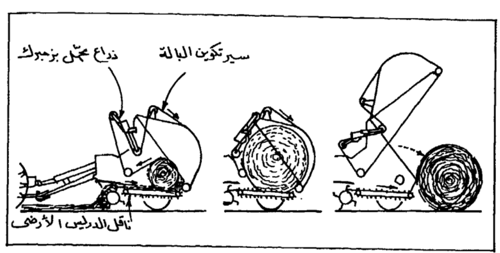
إن معظم آلات التبييل الدوراني ترفع صفوف الدريس المكوم وتدفع به إلى الآلة لإعداد البالة بدلاً عن دحرجة ولف الدريس على الأرض. والنظام النمطي لهذه العملية مبين في شكل (١٥ ـ ٩). وتشابه اسطوانات التقاط الصفوف هنا مثيلاتها الموجودة على آلات التبييل العادية ولكنها أقل منها في القطر. وقد يكون ناقل الدريس الذي يتحرك على أرضية الآلة مكوناً من مجاميع من الجنازير بجانب بعضها مزودة بنتوءات، أو سير واحد منبسط بالعرض الكامل لغرفة تكوين البالة أو مجاميع عرضية مقادة من اسطوانات صغيرة متقاربة من بعضها لنقل الدريس إلى داخل الآلة. أما سير تكوين البالة فقد يكون من نقال مموج أو من مجاميع من السيور المنبسطة عامة بعرض

من ١٠٠ إلى ١٥٠ مليمتر [٤ إلى ٦ بوصة] وعلى مسافات بين بعضها من ٥٠ إلى ١٠٠ مليمتر [٢ إلى ٤ بوصة].

وعجلات التحميل المركبة على الذراع المحمل بيايات يسمح لسير تكوين البالة بالزيادة في الطول المطلوب ليلتف حول البالة أثناء زيادة قطرها. والشدادات الموجودة عليها تتحكم في كثافة البالة أثناء مراحل تكوينها. وكثافة قلب البالة تكون منخفضة في مراحل تكوينها الأولى ولكنها عادة تزداد بتقدم تكوين البالة. وعندما تصل البالة إلى القطر المطلوب (والذي يبين عادة من طريق علامة على مقياس مدرج)، يتوقف السائق عن الحركة الأمامية ويوصل نظام لف البالة بالدوبار أثناء استمرار دوران البالة. ويتم التحكم في المسافات بين لفات الدوبار على البالة عادة من ١٥٠ إلى ٢٠٠ مليمتر - [٦ إلى ٨ بوصة] أما يدوياً أو بواسطة دليل يعمل آلياً ولا تربط نهايات الدوبار أو تثبت مع البالة. ومتطلبات الدوبار لا تتعدى ربع أو نصف الاحتياج الذي تتطلبه آلات التبييل العادية. وتدفع البالة الملفوفة بالدوبار بعد رفع البوابة الخلفية (شكل ١٥ - ٩ يمين).

والاستخدام الأكبر للبالات الدورانية يكون في المناطق التي تنتج الدريس ويتم تغذية الحيوانات عليه في نفس المزرعة أو في مزارع قريبة. وعادة تحرك البالات مرتين - الأولى إلى منطقة التخزين (والتي قد تكون في أو على حافة حقل الدريس) ثم إلى منطقة التغذية[٣]. ونظراً لقصر مسافة سحب البالات فيتسع استعمال الوحدات التي تنقل البالات الفردية، وهذه قد تكون تركيبات ذات أشواك يتم تعليقها على الجرار، أو مقطورات ذات عجلتين مزودة بمرفاع شوكي هيدروليكي، أو مرفاع شوكي مزود بمساكات محملة أمامياً على الجرار أو أي ترتيبات مشابهة[١٥]، كما تتوفر أيضاً وحدات نقل يمكنها تحميل أو سحب من ٣ إلى ٥ بالات. وعادة يتم تخزين البالات على الأرض بسمك

طبقة واحدة مع ترك مسافة كافية بينها تسمح بصرف الماء منها. كما أن الشكل الدوراني في البالات يعمل على مقاومة الظروف الجوية.




**شكل ١٥ ـ ٩: رسم تخطيطي لآلة عمل البالات الاسطوانية. يسار: البالة في مرحلة التكوين. وسط: البالة الكاملة تمهيداً لربطها بالدوبار. لاحظ أن الذراع المحمل بزمبرك قد دار بين الصورتين اليسرى والوسطى لإعطاء طولاً إضافياً لسير تكوين البالة ليلف حول البالة. يمين: لقد فتح العامل البوابة الخلفية هيدروليكياً ليسمح بالناقل الأرضي لتصريف البالة للخارج (Courtesy of Sperry New Holland).**

ويجب أن يكون الأمان في تداول البالات الدورانية الكبيرة موضع اهتمام كل من المصمم والمصنعين المحليين والعمال. فالتصميم الغير ملائم أو الاستعمال الغير مناسب للمحملات الأمامية على الجرار يمكن أن يسبب إصابات خطيرة أو الموت إذا ما سقطت أو تدحرجت على العامل أو الجرار أثناء رفعها أو إذا ما رفعت البالة أعلى من اللازم مما يتسبب عنه انقلاب الجرار. ومن المهم أيضاً توخي الحذر والحكمة عند تحرير البالة من الآلة على أراضي حقول ذات ميول وانحدارات، إذ إن تدحرج بالة وزنها ٧٠٠ كيلوجراح على حقل منحدر قد ينتج عنه قوة تدميرية كبيرة، بالإضافة إلى كونه خطراً.

ونقل البالات الدورانية الكبيرة لمسافات طويلة يعتبر مكلفاً، وعامة، غير عملي وذلك نظراً إلى أنه لا يمكن رصها جيداً على الشاحنات، كما أن الأحمال القصوى منها بالنسبة للشاحنات تكون منخفضة. والبالات التي بأطوال ١,٢ متراً [٤ قدم] هي الأنسب لشاحنات الطرق السريعة عن غيرها من المقاسات، حيث يمكن رص كل اثنين منها بحيث يكونا متلامستا النهايات وفي حيز العرض المسموح به لمعظم الشاحنات. والكثافة القصوى للبالات الدورانية الناتجة من الآلات التي ترفع صفوف الأكوام الطولية قد تكون مشابهة بصورة عامة أو أقل قليلاً من البالات العادية المربوطة بالأسلاك، ولكن المسافات بين رصات البالات الدورانية تقلل من الحمل الذي يمكن الحصول عليه لحجم كلي معين لشاحنة.

ونظام البالة الدورانية هو نظام ميكانيكي كامل ويمكن أن تكون عملية لرجل واحد فقط ولكن يجب استعمال الوسائل الميكانيكية في كل مرة تحرك فيها بالة. وهذا النظام له جدواه الاقتصادية في حالات الإنتاج السنوي المنخفض من الدريس عن استعمال آلات التبييل العادية ومعها عربات البالات الأوتوماتيكية. وفي دراسة على حوالي ٤٥ مزرعة في أوكلاهوما فيما بين أعوام ١٩٧١ ـ ١٩٧٣ وجد باورز ورايدر[٣] أن نظام البالة الدورانية أكثر اقتصادياً عن التبييل العادي مع سحب البالات يدوياً عندما كان الإنتاج السنوي أكبر من حوالي ٧٠ ميجاجرام [٧٥ طن]. ولكن بالنسبة للإنتاج السنوي العالي كان استعمال آلات التبييل العادية مع عربات البالات الأوتوماتيكية أكثر اقتصادياً عن استعمال نظام البالة الدورانية. وأن الإنتاج السنوي المتعادل كان حوالي ٢٢٥ ميجاجرام [٢٥٠ طن] عند استعمال عربة بالات أوتوماتيكية صغيرة تدار عن طريق عمود الإدارة الخلفي.

وفي الدراسة التي تمت في أوكلاهوما كان متوسط معدلات التبييل الموسمية ٥,٨ ميجا جرام/الساعة [٦,٤ طن/ الساعة] لآلات التبييل ذات

الأعمال المتوسطة (٢ سلك) و ٧,٣ ميجاجرام/الساعة [٨ طن/الساعة] لآلات التبييل للأعمال الثقيلة ذات ٢ سلك و ٦,٨ ميجاجرام/الساعة [٧,٥ طن/الساعة] لآلات التبييل الدوراني. ومع آلات التبييل الدوراني فإن حوالي من ٢٠ إلى ٣٠ ٪ من الوقت لكل بالة يفقد أثناء التوقف للف البالة بالدوبار وتصريفها للخارج.

**١٥ ـ ١٨ البالات المستطيلة الكبيرة:**

لقد طورت آلات التبييل التي تنتج بالات كبيرة بطول ٣,٤ متر [٨ قدم] وبأبعاد لمقطعها قدرها ١,٥ × ١,٥ متر [٥×٥ قدم] في انجلترا وأن أول إنتاج تجاري لها كان في عام ١٩٧٣ م. وفيها تقوم أصابع التعبئة الموجودة فوق اسطوانة الالتقاط بدفع أكوام الصفوف الطولية من الدريس خلال مجرى تغذية ذي مساحة مقطع متناقصة إلى غرفة التبييل. وينضغط الدريس بفعل واجهة الغرفة التي تتحرك إلى داخل الغرفة بمقدار حوالي ١٣٠ مليمتر [٥ بوصة] في حركة ترددية. ولا يوجد كباس أو سكينة. وتوجد بوابة عند مخرج الغرفة والتي تظل معلقة أثناء تكوين البالة.

وعندما تصل البالة إلى الكثافة المطلوبة (والمبينة عن طريق مقياس) يوقف العامل الحركة الأمامية ويحرك جهاز عمل العقدة. وتربط ثلاث رباطات حول البالة باستعمال نوع خاص من دوبار البوليبروبلين (بلاستيك) والذي تصل قوته إلى ٢,٧ كيلو نيوتن [٦٠٠ رطل]. وتفتح البوابة الخلفية أوتوماتيكياً عندما تنتهي دورة التربيط. ويتوالى دفع البالة المربوطة للخارج بتكوين بالة أخرى حيث تقفل البوابة. وتصل أقصى كثافة للبالة حوالي ١٠٠ كيلوجرام/متر مكعب [٧ رطل/قدم مكعب].

وقد طورت إحدى مصانع الولايات المتحدة آلة تبييل للبالات المستطيلة المقطع الكبيرة وأصبحت تجارية في عام ١٩٧٨ م. وهذه الآلة تنتج بالات

بطول ٢,٤ متر [٨ قدم] وبأبعاد ١,٣ × ١,٢ متر [٤,٢٥ ×٤ قدم] لمقطعها. وللآلة كباس يتحرك حركة ترددية عند مدخل غرفة التبييل، والذي يشابه نظام آلة التبييل العادية. ويعمل الكباس على حوالي ٢٥ دورة في الدقيقة (أقل قليلاً من الآلات العادية). وتوجد غرفة تلقيم بين جهاز التقاط الأكوام الطولية ومدخل التبييل. وعندما تتجمع كمية كافية من الدريس في غرفة التلقيم. تتحرك أصابع أوتوماتيكية لتدفع بشحنة الدريس إلى داخل غرفة التبييل أثناء تحرك الكباس في مشوار الرجوع.

وتلف كل بالة بستة لفات من الدوبار البلاستيك وبنفس الطريقة الموجودة في آلات التبييل العادية، فيما عدا تعقد كل لفة بعقدة مزدوجة. كما يضبط طول البالة بنفس طريقة آلات التبييل العادية. ويتحكم في الكثافة عن طريق الاستفادة من اسطوانات هيدروليكية حيث تضغط الجوانب الأربعة لغرفة التبييل على الدريس عند فتحة خروج البالة. ويتحكم في ضغط الاسطوانة عن طريق جهاز حس هيدروليكي على الكباس. وبذلك تقل اختلافات كثافة البالة.

وقد كان أحد أهداف تطوير هذه الوحدة هو إنتاج بالات مستطيلة المقطع ذات مقاس وكثافة مناسبة للنقل التجاري على ناقلات الطرق السريعة. وتم الحصول على كثافات تصل إلى حوالي ٢٤٠ كيلوجرام/متر مكعب [١٥ رطل/قدم مكعب] في اختبارات على البرسيم في عام ١٩٧٧ م. وهذا النظام المصنع للتعامل مع البالة الكبيرة على آلات خاصة لتقطيع وتكسير البالة لتغذية الحيوانات عليها، كما توجد - أيضاً - معدات خاصة أخرى لتداول البالات، وقد تسحب مقطورات تجميع البالات المزودة بعجلتين خلف آلة التبييل ليحمل عليها ثلاث بالات وتسمح للعامل بإسقاط كل البالات عند نهاية الحقل.

ويمكن التعامل مع البالات الكبيرة هذه برفعها بمرفاع من النوع الضاغط والمعلق على الجرارات وآلات التحميل الخاصة أو بتركيبات خاصة على نهايات مقدمة آلات التحميل كما يسهل رص هذه البالات المستطيلة.

# تكعيب وترقيق الدريس

**١٥ ـ ١٩ تطويرها:**

لقد ازداد الاهتمام خلال أعوام ١٩٥٠ في إمكانية إنتاج كتيلات صغيرة عالية الكثافة من الدريس أو عبوات منه تحتفظ بخصائص الدريس الطبيعي ولكن تتميز بخاصية سهولة الانسياب المطلوبة لتداول الكميات الكبيرة. وقد أجرت محطات التجارب الزراعية بالولايات المتحدة العديد من الأبحاث المعملية، كما أخذ عدد من الشركات في إعداد برامج تطويرية. ومن خلال هذه الأبحاث فقد ظهر نموذجين تجاريين من مكتلات الدريس الحقلية والمعروفة حالياً واثنين من الآلات الثابتة.

وتنتج النماذج الحقلية التجريبية الأولية عادة أشكالاً بعرض بضعة سنتيمترات دائرية غالباً وبنسبة طول/عرض منخفضة والتي يمكن وصفها بالرقائق، ومع ذلك، فإن النماذج الموجودة حالياً تنتج أشكالاً أقرب إلى المكعبات الصغيرة والتي منها أخذت تسمية هذه الآلات. وكلمة (بلت Pellete) والتي استخدمت بواسطة الباحثين الأوائل في هذا المجال تستخدم رسمياً الآن في مقاييس الجمعية الأمريكية للهندسة الزراعية والتي تعرف بأنها كريات أو تكتلات صغيرة من مواد (قد تكون مخلوطة أو مفردة) والتي تستعمل عادة في تغذية الحيوان. وتصنع الرقائق أو المكعبات الصغيرة من الدريس الكامل أو المقطع، وعادة تكون الكريات بأقطار لا تزيد عن ١٩ مليمتر

[٣/٤ بوصة] وبأطوال أقل من ٢٥ مليمتر [١ بوصة].

وقد كان أول إنتاج تجاري من المكعبات الصغيرة من دريس البرسيم في كاليفورنيا في عام ١٩٦٠، وقد تم بإحدى الآلات من النوع المقطور والتي تنتج حوالي ٩٠٠ ميجاجرام [١٠٠٠ طن]. وقد وصل إنتاج كاليفورنيا من هذه المكعبات في عام ١٩٦٩ م إلى حوالي ٣٩٨ ميجاجرام [٤٣٩,٠٠٠ طن] والذي يمثل ٧ ٪ من إنتاج محصول الدريس للولاية[٨]. وقد أنتجت كميات أقل في ولايات أخرى مثل أريزونا. نيوميكسيكو وواشنجتن. وقد كان التطبيق الأساسي لعمل المكعبات الصغيرة على البرسيم الذي يباع وينقل لمسافات بعيدة من المنتج إلى المستهلك.

وقد زاد الاهتمام منذ عام ١٩٦٩ في تركيبات الآلات الثابتة لعمل المكعبات الصغيرة لتعدد مميزاتها، والتحكم الأفضل لظروف التشغيل والإنتاجية الأعلى بمقارنتها بالآلات الحقلية[٨،١٩]. وهنا يمكن إضافة أي إضافات مغذية حيث تدمج مع الدريس لإنتاج علائق كاملة. كما يمكن عمل مكعبات صغيرة من الدريس المجفف صناعياً حيث يكون التجفيف الطبيعي غير مرضياً. وقد يتم نقل الدريس المقطع في الحقل لمسافة طويلة للاستفادة من السعة الكاملة للآلات الثابتة. ولا يجب نقل الدريس المقطع لمسافة أكثر من ٢٥ كيلومتر (١٥ ميل) حيث تصبح العملية غير اقتصادية.

### ١٥ ـ ٢٠ أنواع الآليات:

يمكن تكوين المكعبات الصغيرة أو الرقائق بكبس الدريس في حيز (قالب) مغلق أو بدفع الدريس من خلال قالب ذو نهاية مفتوحة. وقد أجريت معظم التجارب المعملية على قوالب مغلقة باستخدام مكبس [illegible] شحنة الدريس في اسطوانة. وتتراوح الأقطار من ٣٨ إلى ٢٠٠ مليمتر [١ ١/٢ إلى ٨ بوصة].

وقـد أشـارت نتـائـج الاختبـارات التـي سجـلت من عـام ١٩٥٥ إلى ١٩٦١[٢][٤][٧] إنـه يمكن تكوين رقـائق ومكعبـات صغيـرة على ضغـوط من ٢٤ إلى ٣٤ ميجاباسكال[٣٥٠٠ إلى ٥٠٠٠ رطل/بوصة مربعة].

وتشتمل وسائل الضغط المستعملة على الآلات الحقلية التجريبية الأولى على: ـ

أ ـ مدك متردد.
ب ـ بريمة مخروطية.
جـ ـ وحدة تكوين ودفع المكعبات.
د ـ اسـطوانات مثقبـة أو تروس بهـا جيوب أو تجـاويف تتكـون فيهـا رقـائق الدريس.

ويعمل النوع (د) على أساسيات القوالب المغلقة، بينمـا تعمل الأنـواع الأخرى على أساسيات الدفع خلال قوالب ذات نهاية مفتوحة.

وفي آلة تجريبية حديثة يوجد لها مجموعة من الملفات المطاطيـة والتي تتماسك مع بعضها تحت ضغط وتقوم بلف الدريس الداخل إليهـا في صورة كتلة متماسكة. وتخرج الكتلة المتماسكة من نهايـة مجموعـة الملفات حيث تقطع إلى قطاعات صغيرة مكونة الرقائق. وهي عملية تغذيـة مستمرة يستفـاد فيها من خصائص الالتصاق والتماسك للبقوليات والأعشاب الغير متقطعة، وقد قيل إنها تعمل بطريقة مرضية عند محتويات رطوبية عالية ( والتي تتطلب تجفيفاً صناعياً لاحقاً) كما أن متطلبات القـدرة لها ليست كبيـرة إذا ما قـورنت بآلات الضغط المستمر خلال قوالي مفتوحة.

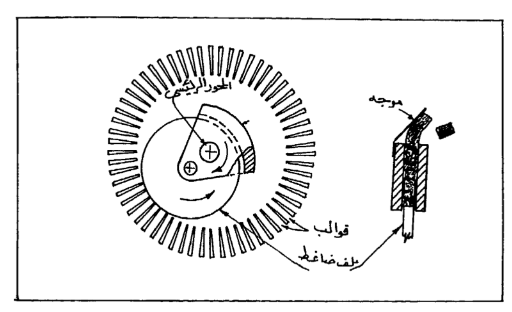
ويستفيد النموذجين الحقليين من آلات تكعيب الدريس والمتاحة تجارياً في عام ١٩٧٧ من أساسيـات لف الدريس ودفعـه من خلال قـالب. وفي هذا النظام يقوم ملف ضـاغط بدفـع الدريس المقـطع خلال قـوالب ذوات نهايـة

مفتوحة مرتبة على شكل حلقة كما هو مبين في شكل (١٥ ـ ١٠). ويستعمل أحد النماذج اسطوانتين متقابلتين قطرياً وبقطر أصغر مما هو مبين في شكل (١٥ ـ ١٠). وتقوم بريمة بقطر كبير والتي تتمركز مع محور دائرة القوالب والمحور الرئيسي بتغذية المواد إلى غرفة عمل المكعبات. وعندما يدير المحور الرئيسي ركيزة الملف الضاغط، يدور الملف لتلامسه مع الدريس وحلقة القوالب. كما يوجد موجه يمكن ضبطه. مخروطي الشكل، على محيط حلقة القوالب ويعمل على انحناء الأعمدة الخارجة من الدريس مسبباً تكسيرها لقطع بأطوال من ٢٥ إلى ١٠٠ مليمتر [١ إلى ٤ بوصة].

وتنتج كلا الآليتين مكعبات ذات مقطع مربع بأبعاد ٣٢ × ٣٢ مليمتر [$\frac{1}{4}$ ١ × $\frac{1}{4}$ بوصة] وبكثافة كلية بين ٤٠٠ إلى ٤٨٠ كيلوجرام/متر مكعب [٢٥ إلى ٣٠ رطل/قدم مكعب]، ويعتبر هذا المقاس معقولاً حيث إنه صغير بالقدر الذي يتيح أو ييسر سهولة في عملية تغذية الحيوانات بطريقة مثلى، كما أنه يوفر خصائص مقبولة لمناولة وتحريك الأعلاف. والقوالب المربعة الشكل عملية أكثر عن القوالب الدائرية حيث تترك مساحات صغيرة جداً عند واجهة مدخل تجميع القوالب. وتقوى القوالب كما تطلى بطبقة من الكروم لتقليل تآكلها.

ويقطع الدريس بهدف تحسين خصائص تغذيته إلى غرفة عمل المكعبات كما أن مكعبات الدريس الناتجة تكون أكثر انتظاماً عن ما إذا تم التعامل مع الدريس على صورته الطبيعية. وفي أحد النماذج التجارية يتم التقاط الدريس من الصفوف المجمعة عن طريق جهاز الالتقاط، ثم تقوم الآلة بتقطيعه بمجموعة سكاكين إلى أطوال حوالي ٣٥ مليمتر [$\frac{3}{8}$١ بوصة]. وبسبب جفاف الدريس عند التقاطه فيجب أن تزود اسطوانة الالتقاط بجهاز تشغيل متغير السرعة حيث يمكن ضبط السرعة لزيادة فاعلية التقاط الدريس بأقل قدر من فقد الأوراق.

وتستخدم الآلات الأخرى وحدات من النوع ذي مضارب لالتقاط صفوف الدريس وتقطيعه .




**شكل ١٥ ـ ١٠ ترتيب الملف وحلقة القوالب لعمل مكعبات الدريس الصغيرة بعملية الدفع المستمرة .**

**١٥ ـ ٢١ ظروف التشغيل :**

آلات عمل المكعبات الحالية تستخدم في محصول البرسيم أساساً ، والذي يجب أن لا يحتوي على أكثر من ١٠٪ من الأعشاب والمواد الغريبة الأخرى (٩) . ويحتوي نبات البرسيم على مواد لاصقة طبيعية على سطحه والتي تنشط عن ترطيب النبات . ويجب أن لا يزيد المحتوى الرطوبي في الصفوف المجمعة عن ١٠ إلى ١٢٪ . ولذلك يرش الماء على الدريس أثناء التقاطه بالآلة ليصل المحتوى الرطوبي إلى قيمة بين ١٤ و١٦٪ (٩) . . ولضمان التخزين الآمن ، يجب تجفيف المكعبات إما طبيعياً أو جبرياً (إذا لزم الأمر) إلى محتوى رطوبي ١٤٪ أو أقل (٩) .

ومن الضروري توفر ظروف إنضاج طبيعية جيدة لعمل المكعبات .

فعملية التكعيب عادة تبدأ في منتصف الصباح وتستمر إلى المساء حتى تزداد الرطوبة النسبية مسببة تماسك الدريس . ويجب أن تكون الصفوف مسطحة لتشجيع النضج المنتظم ولتسهيل توزيع مساء الرش على الدريس . وتستعمل عادة المصففات الذاتية الحركة والمزودة بوحدة تكييف حالة الدريس .

وبالرغم من أنه يمكن التحصل على سعات قد تصل مع آلات التكعيب الحقلية إلى ٥,٤ ميجا جرام/ الساعة [٦ طن/ الساعة] ، إلا أنه قد أشارت الدراسات الحقلية أن المتوسطات الموسمية قد تتراوح بين ٣,٦ إلى ٤ ميجا جلأام/ الساعة [٤ إلى $\frac{1}{2}$ ٤ طن / الساعة] وهي أرقام نمطية [٨]،[١٩] .

**١٥ ـ ٢٢ متطلبات الطاقة والقدرة :**

لقد أمكن عمل رقائق أو مكعبات صغيرة مرضية في اختبارات معملية مع قوالب ذات نهاية مقفولة (اسطوانة ومكبس) وذلك بطاقة داخلة مقدارها من ٢,٥ إلى ٤ كيلووات . ساعة/ ميجاجرام [٣ إلى ٥ حصان . ساعة/ طن ] [٢]،[٧].

وقد وجد أن متطلبات الطاقة للآلات التجارية من النوع المبين في شكل (١٥ ـ ١٠) هي حوالى ١٢ كيلووات . ساعة/ ميجاجرام [١٥ حصان. ساعة/ طن] [١٢] . ويتطلب هذا النوع طاقة أكبر حيث أنه يعتمد على مقاومة الاحتكاك بين الدريس والقالب لتنمية الضغط المطلوب .

وتستعمل المحركات التي تستطيع أن تعطي قدرة في حدود ١٥٠ كيلووات [١٨٠ حصاناً] عند معدل تلقيم ٧,٣ ميجاجرام/ الساعة [٨ طن/ الساعة]، و٧٩ كيلووات[١٠٦ حصان] عند ٣,٦ ميجاجرام/ الساعة [٥ طن/ الساعة] [١٢] وتمثل هذه القدرة حوالى ٢٠ كيلووات . ساعة/ ميجاجرام [٢٥ حصان ـ ساعة/طن] إذا ما قورنت بحوالي ٠,٨ إلى ١,٢ كيلو وات. ساعة/ ميجاجرام على عمود الإدارة الخلفي [١ إلى ١,٥

حصان ـ ساعة/طن] لآلة التبييل العادية. وتشمل القيم الخاصة بـآلة التكعيب القدرة اللازمة لدفع الآلة، بينما القيم الخاصة بآلة التبييل لا تشمل ذلك. وعند معدل ٧,٣ ميجاجرام/ ساعة [٨ طن/الساعة] فإن حوالي ثلثي القدرة الكليـة لآلة التكعيب تستعمل في عملية تكعيب الدريس[١٢].

**١٥ ـ ٢٣ العوامل التي تؤثر في جودة مكعبات أو رقائق الدريس :**

إن أهم عاملين لتحديد جودة مكعبـات أو رقائق الـدريس هما التحمـل لعمليات التداول المختلفة وكثافة المنتج النهائي . ومن بين العوامـل التي قد تؤثر على جودة المكعبات أو الرقـائق هي نوع وجـودة مادة العلف الأخضـر ، المحتوي الرطوبي ، الضغط ومدة تماسكها تحت ضغط ، مساحة مقطع غرفة عمل المكعبات ، وتصميم قالب الكبس . وتعتبر النسبة بين طول لاقالب إلى مساحة المقطع من العوامل التصميمية الهامة كما يؤثر أيضـاً تآكـل القالب في جودة المكعبات الناتجة .

وبالرغم من نجـاح عمل المكعبـات من دريس البرسيم والـذي يحتوي على كميات صغيرة من الأعشاب أو الحشائش ، إلا أنه قد تضاف مواد لاصقة مناسبة عند عمل مكعبات من مواد أخـرى . ويمكن عمل المكعبـات بطريقـة مرضية مع البرسيم الصغير العمل وبضغوط أقل عن البرسيم الناضج [٢٠] .

وفي اختبارات معملية فقـد وجد أن الكثـافة المتحصـل عليها من كبس البرسيم عند ١٢٪ رطوبة في مكبس واسطوانة تتغير خطياً مع لوغاريتم الضغط المستعمل[٧] . وعند ضغط معين تقـل الكثافـة بزيـادة قطر غـرفة الكبس من ٣٨ مليمتراً إلى ٨٦ مليمتراً [١,٥ بوصة إلى ٣,٤ بوصة]. وتميـل المكعبات أو الرقائق إلى التمدد قليلاً بعد تخفيف أو إزالة الضغط . وقد بينت الاختبارات المعملية أن الضغوط العالية مطلوبة لفترة بقاء أقصر نسبياً أكثر مما هو عليه لفترة بقاء أطول . [مثلاً $\frac{1}{2}$ ثانية بدلاً من ١٠ ثـواني][٢٠]. كما بينت الاختبـارات أيضاً أنه قـد يتطلب مضـاعفة الضغط لإنتـاج رقائق مـرضية بقــطر ٨٩ مليمتر

[ ٣$\frac{1}{2}$ بوصة] عند ٢٠٪ رطوبة إذا ما قورنت بالرقائق المنتجة عند ١٠٪ رطوبة[٢٠] .

وقد أشارت الخبرة في هذا المجال إلى أنه عندما تعمل آلة عمل المكعبات فإن السعة الإنتاجية وجودة المكعبات تتحسن بارتفاع درجة حرارة قوالب الكبس نتيجة الاحتكاك الدريس الذي يضغط خلالها . ويجب أن تصمم القوالب بحيث تكون نسبة الطول إلى مساحة المقطع بالقدر الذي يعطي درجة حرارة للقالب من ٦٥ إلى ٩٥° مئوية [١٥٠ إلى ٢٠٠° فهرنهيت] أثناء التشغيل العادي .

**١٥ ـ ٢٤ تداول مكعبات الدريس :**

تجمع المكعبات عادة في عربات نقل خاصة تقطر خلف آلة عمل المكعبات ، وتفرغ هذه العربات حمولتها في شاحنات نقل عن طريق رفع ودوران الصندوق الكبير المحمل حمولة ٣,٦ ميجاجرام [٤ طن] حول الحافة العلوية لأحد جوانبه ، وبذلك تنساب المكعبات بفعل الجاذبية إلى الحافلة . وبسبب ارتفاع حرارة المكعبات (٥٠ إلى ٦٠° مئوية) ـ [١٢٠ إلى ١٤٠° فهرنهيت] أثناء خروجها من القوالب ، فمن المعتاد أن تفرغ الكميات بعد ذلك من شاحنات النقل على أرض خرسانية في أكوام بارتفاع بسيط لتبريدها وتخزينها مؤقتاً[٩] . وتستعمل بعد ذلك مغرفة ذات قدرة وسعة كبيرة تنقل المكعبات من على الأرضية الخرسانية إلى حافلات النقل أو على السيور الناقلة .

وشاحنات النقل التجارية هي من النوع الذي يمكن تفريغه ، مع قياس كمية المكعبات المفرغة من خلال القاعدة بفعل الجاذبية ، ومن ثم على السيور الناقلة عند إمكانات المستهلك التخزينية . كما تستعمل روافع ميكانيكية وسيور ناقلة متعددة لملء المخازن بالمكعبات ولعمليات التغذية الميكانيكية اللاحقة .

وفي كل مرة تتم فيها عملية نقل ، يصاحبها تلف للمكعبات والتي ينتج عنها بعض المواد المفتتة . وترتبط كمية التلف بجودة المكعبات وطريقة التداول . وتؤثر هذه المواد المفتتة بشدة في خصائص التداول والتخزين ، كما إنها يمكن أن تقلل من كفاءة الانسياب والتلقيم . . . ويمكن قبول كمية من المواد المفتتة عادة حتى ١٠٪ .

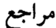
**١٥ ـ ٢٥ مقارنة اقتصادية مع عمليات التبييل:**

بسبب الاستثمار العالي الممثل في آلة عمل المكعبات الحقلية والمعدات المشاركة لها ، فإنه يجب أن يتوفر للآلة معدلاً سنوياً عالياً من الاستعمال لكي تصبح الآلة ذات جدوى اقتصادي . ويجب أن يكون للمزارعين الذين يملكون آلات عمل المكعبات مساحة من الدريس كافية لأن تعمل الآلات خلال نسبة عالةي من الوقت المتاح لعمل المكعبات أثناء موسم الدريس . ويعتبر تأجير الآلة هو البديل للحيازات الصغيرة .

وقد قورنت التكلفة الكلية لعمل المكعبات الحقلية بداية من المحصول القائم وحتى التخزين المؤقت في المزرعة مع تكلفة حصاد وعمل بالات من الدريس ولفها بثلاثة أسلاك ورفعها على جانب الطريق بناقلة بالات ذاتية الحركة مبنية على بيانات حقلية لعام ١٩٧٠ لمنطقة وسط كاليفورنيا (١٩) . وقد كان معدل التكعيب حوالي ٣,٦ ميجاجرام / ساعة [ ٤ طن / ساعة ]. وقد كانت التكاليف لإنتاج سنوي قدره ٣,٦ ميجاجرام [ ٤٠٠٠ طن ] أكبر بحوالي ٤,٧ دولار / ميجاجرام [ ٤,٢٥ دولار / طن ] لنظام عمل المكعبات عن نظام التبييل . وقد كان الفرق حوالي ٥,٢٥ دولار [ ٤,٧٥ دولار ] لمقدار ٢,٧ ميجاجرام [ ٣٠٠٠ طن ] في السنة .

وقد بينت محاولات التغذية والخبرة العامة مع أبقار الألبان واللحم

والأغنام زيادة الاستهلاك الغذائي مع زيادة الإنتاج وذلك مع مكعبات الدريس بالمقارنة مع دريس البالات كما إنه ـ أيضاً ـ كانت كمية المخلفات الغذائية المفقودة أقل بكثير عما هو عليه مع البالات . ويبرر هذا التوفير بالإضافة إلى انخفاض التكاليف لكل ميجاجرام للنقل وانخفاض عمالة التلقيم فرق السعر المدفوع لعمل المكعبات .




1 - Annual statistics issue. Implement and Tractor, 91(22): 16 - 70, Now. 7, 1976.

2 - BELLINGER, P. L., and H. F. McCOLLY. Energy requirements for forming hay pellets. Agr. Engr., 42: 244 - 247, 250, May, 1961.

3 - BOWERS, W., and A. R. RIDER. Hay handling and harvesting. Agr. Eng., 55(8): 12 - 18, Aug., è!'é.

4 - BRUHN, H. D. Pelleting hay and grain mixtures. Agr. Eng., 36: 330 - 331, Mays, 1955.

5 - BURROUGH, D. E., J. A. GRAHAM. Power characteristics of a plunger - tupe forage baler. Agr. Eng., 35: 221 - 229, 232, Apr., 1954.

6 - BUSHMEYER, R. W., D. E. KRAUSE, and C. J. RATH. Developing a roll wafering machine : a progress report. Agr. Eng., 51: 405 - 407, July, 1970 .

7 - BUTLER. B. J., and H. F. McCOLLY. Hactors affecting the pelleting of hay. Agr. Eng., 40: 442 - 446, Aug., 1959.

8 - CURLEY, R. G., J. B. DOBIE, and P. S. PARSONS. Comparison of stationary and field cubing of forage. Trans. ASAE, 16(2): 361 - 364, 366, 1973.

9 - DOBIE, J. B., and R. G. CURLEY. Hay cube storage and feeding. California Agr. Ext. Circ. 550, 1969.

10 - FERGUSON, W. L., P. E. STRICKLER, and R. C. MAX. Hay harvesting practices and labor used, 1967, 48 states. USDA Econ. Res. Serv. Statistical Bull. 460, 1971.

11 - FLOYD, C. S. Making hay in the U. S. A., part 3. Looking at some recent research. Implement and Tractr, 86(20): 20 - 22, Sept. 21, 1971.

12 - GUSTAFSON, B. W., and H. E. DE BUHR. Jhon Deere «400» hay cuber. ASAE Paper 65 - 639, Dec., 1965.

13 - GUSTAFSON, M. L. A. A new bale hangling system. Agr. Eng., 44: 14 - 17, 32, Jan., 1963.

14 - GUSTAFSON, M. L. Specialized hay handling system. ASAE Paper 64 - 140, June, 1964.

15 - LIEN, R. M., R. G. CURLEY, and J. B. DOBIE. The big hay bale. Univ. of Calif. Div. Agr. Sciences Publ. 75 - SP 3011, 1975.

16 - LONG, M. E. Big baler roundunp. Implement and Tractor, 90(17): 16 - 18, Aug. 21, 1975.

17 - MOLITORISZ, J., and H. F. McCOLLY. Development and analysis of the rollingcompressing wafering process. Trans. ASAE, 12(4): 419 - 422, 425, 1969.

18 - NATION, H. J. Further experiments to determine baler loads. J. Agr. Eng. Res., 6: 288 - 299, 1961.

19 - PARSONS, P. S., J. B. DOBIE, and R. G. CURLEY. Alfalfa harvesting cost. California Agr. Ext. Publ. AXT - 346, 1971.

20 - PICKARD, G. E., W. M. ROLL, and J. H. RAMSER. Fundamentals of hay wafering. Trans. ASAE, 4(1(: 65 - 68, 1961.

21 - RANEY, R. R. The equilibrium theory of bale chamber action. Unpublished paper. International Harvester Co., 1946.

22 - SOTEROPULOS, G. Development of a hydralic bale ejector using the computer. Trans. ASAE, 16(1): 24 - 25, 1973.

23 - Test reports for users. NIAE Rept. 445, 1965.

24 - VON BARGEN, K. Man - machine pergormance in a baled - alfalfa - hay harvesting system. Trans. ASAE, 11(1) : 57 - 60, 64, 1968.

25 - ZIMMERMAN, M. Bale throwers. Implement and Tractor, 79(4): 30 - 33, May 21, 1964.

## مسائل

١٥ ـ ١ آلة تبييل حقلية ذات تربيط أوتوماتيكي تعطى بالات بأبعاد ٣٦ × ٤٦ سنتيمتراً وبمعدل متوسط قدره ٧,٣ ميجاجرام/ الساعة عند كفاءة حقلية ٧٢٪ . والكباس يعمل ٧٠ مشوار كبس في كل دقيقة . احسب القيمة القصوى للتغير في طول البالات والتي يمكن أن تحدث . افرض أن كثافة البالة هي ١٧٥ كيلوجرام/ متر مكعب .

١٥ ـ ٢ تعمل آلة تبييل بمعدل متوسط ٨ ميجاجرام/ الساعة عند كفاءة حقلية ٧٠٪ ، ويعمل الكباس ٧٥ مشوار ضغط في الدقيقة ، ومتوسط كتلة البالة هو ٣٠ كيلوجرام ، وإنتاج الدريس هو ٢,٨ ميجاجرام/ هكتار .

أ ـ احسب العدد الحقيقي لمشاوير الكبس المطلوبة لكل بالة .

ب ـ كم عدد آلات التجميع الجانبي التي يمكن أن توصى بها إذا كان عرض الواحدة ٢ متر لكي تعمل في صف تجميعي واحد ، وما هي السرعة الأمامية المطلوبة ؟

١٥ ـ ٣ إذا كان متوسط القدرة التي تصل إلى ذراع المرفق في آلة تبييل هي ٦,٧ كيلووات . وفي خلال جزء الكبس من المشوار فإن كمية الطاقة المطلوبة فوق المتوسط هي ٤,٢ كيلوجول . ويجب أن تأتي هذه الطاقة من الحدافة والتي عزم القصور الذاتي لكتلتها هو ١٧,٨ نيوتن .

متر. ثانية مربعة . فإذا كان الترس الذي على محور عمود المرفق وعدد أسنانه ١٠٩ سنة يدار عن طريق ترس ذي ١٧ سنة على محور الحدافة .

أ - بفرض أن سرعة عمود المرفق هي ٧٥ لفة/ دقيقة عند بداية الكبس ، احسب عدد لفات عمود المرفق (لفة/ دقيقة) عند نهاية الكبس ونسبة النقص في عدد اللفات في الدقيقة أثناء الكبس .

ب - إذا حدث التباطؤ خلال ٥٥° من دوران عمود المرفق ، فما هو متوسط القدرة (كيلووات) التي تنطلق بواسطة الحدافة خلال هذه الفترة ؟

١٥ - ٤ بالرجوع إلى شكل ١٥ - ٧ ، أعط شرحاً منطقياً لما يأتي :

أ - لماذا تكون قمة القوة أكبر عند معدل ٦٤ كيلوجرام/ دقيقة عن ٣١ كيلوجرام/ دقيقة ؟

ب - لماذا تحدث أقصى قوة للمعدل العالي مبكراً عن أقصى قوة للمعدل المنخفض ؟

١٥ - ٥ آلة عمل مكعبات صغيرة من الدريس ومن النوع المبين في شكل ١٥ - ٩ . . تحتوي على ٦٦ قالباً أبعاد كل منها هي ٣٢ × ٣٢ × ١٥٠ مليمتراً .

(أ) أ احسب الوقت المطلوب الذي تأخذه أية قطعة دريس لتمر خلال القالب . (أي الوقت الذي يتماسك فيه مكعب الدريس) عندما يكون معدل التغذية هو ٥,٥ ميجاجرام/ الساعة . افرض أن كثافة مكعب الدريس هي ٨٠٠ كيلوجرام/ متر مكعب .

ب ـ إذا كان متوسط طـول مكعب الدريس هـو ٥٥ مليمتر ، فمـا هي الطاقة المطلوبة لكل مكعب دريس (بالجول) في عملية التكعيب الحقيقية ؟

# الباب السادس عشر
# تقطيع وتداول الأعلاف

# الباب السادس عشر
# تقطيع وتداول الأعلاف

## ١٦ ـ ١ مقدمة :

إن العمليات التي تجري على الدريس أو السيلاج يمكن ميكنتها كاملة في وجود آليات التقطيع الحقلية وملحقاتها . ويتم دفع المواد المقطوعة بالهواء إلى مقطورة مجرورة خلف آلة التقطيع أو بجانبها بمصدر قدرة منفصل أو في بعض الحالات في شاحنة مقادة خلف أو بجانب آلة التقطيع . وتتم عملية التفريغ بطريقة آلية وبمعدلات محددة . بعد ذلك يتم رفع المواد المقطعة إلى المستودعات باستخدام مراوح دفع هوائية . بعد ذلك يتم رفع المواد المقطعة إلى المستودعات باستخدام مراوح دفع هوائية . والأعلاف المقطعة ليست سهلة الانسياب كما هو الحال في مكعبات الدريس ، ولكن على أي حال ، فإن آليات نظم التغذية مهيئة لتداولها . وتعتبر تكاليف الآليات مرتفعة ، ولكنها تحتاج إلى عمالة أقل في تقطيع الأعلاف في الحقل مقارنة بعمل البالات .

وقاطعات الأعلاف تستخدم في العديد من العمليات الأساسية لحصاد الأعلاف . . وتشمل الآتي :

١ ـ حصاد الذرة المستخدمة في السيلاج (وتشمل الحصاد المتأخر في حالة الحصول على السيلاج المنخفض الرطوبة) .

٢ ـ القطع المباشر للدريس الذي يتم استخدامه أخضراً للتغذية كبديل للمراعي الحرة (أو عمل غذاء من البرسيم المجفف أو الحبيبي) .

٣ ـ القطع المباشر للقش لعمل السيلاج من الحشائش/ البقوليات (٧٠ إلى ٨٠٪ رطوبة) .

٤ ـ تقطيع القش من الأكوام المصففة للحشائش الذابلة/ البقوليات لاستخدامها كسيلاج (عادة تتراوح فيها نسبة الرطوبة من ٦٥ إلى ٧٠٪) .

٥ ـ تقطيع القش من الأكوام المصففة لعمل سيلاج من الحشائش/ البقوليات المنخفضة الرطوبة ، وتعرف في بعض الحالات باسم الهيلاج (haylage) (٤٠ إلى ٦٠٪ رطوبة) .

٦ ـ التقطيع الجاف من الأكوام المصففة من أجل التخزين كدريس (يحتاج إلى التجفيف الصناعي لو تم التقطيع عند نسبة رطوبة أعلى من ٢٠٪) .

والمرونة التي تتميز بها آليات التقطيع الحقلية تتيح استخدامها في العديد من المحاصيل المختلفة ، وبالتالي يزيد ذلك من استخدام الآلة ويقلل من التكاليف الواقعة على الطن المنتج . والغرض الرئيسي من تقطيع النباتات لتخزينها كدريس هو تخفيض طول النباتات المتداولة إلى حد يسمح باستخدام المراوح الدافعة وليتم نقلها عبر أنابيب على طول خط سريان الهواء . وفي حالة آليات تقطيع السيلاج ، فإنه يكون لها فائدة إضافية وهي المساعدة في عملية النقل والتكويم للنباتات لسهولة عمليات التغذية .

وتعتبر طريقة عمل السيلاج المنخفض الرطوبة من الحشائش/ البقوليات أفضل من التقطيع المباشر للسيلاج الذابل ، وهي طريقة تم تطويرها حديثاً وتلاقي نجاحاً كبيراً [١٢] ، وتحتاج عمليات السيلاج التي تجري سواء على حشائش/ بقوليات ذابلة أو منخفضة الرطوبة إلى عمليات إضافية من الحش والتصفيف (أو مجموعة من العمليات المتداخلة) ولكن عن عمليات القطع المباشر

للحشائش/ البقوليات يحدث فيها فقد كبير في المقومات الغذائية نظراً لتسرب السوائل الناتجة من السيلاج ، والتي يمكن أن ينتج عنها روائح كريهة أيضاً ، ويتطلب الأمر استخدام بعض المواد الحافظة (٢٤) . والسيلاج الذي يحتوي على نسبة رطوبة منخفضة يكون الفاقد في العناصر الغذائية فيه قليل، وبالتالي فإن توقيت عملية التقطيع غير حساس . والسيلاج الذي يحتوي على قدر قليل من الرطوبة يعني تداول قدر أقل من الماء مقارناً مع الوضع عند تداول سيلاج من حشائش ذابلة أو حشائش تقطع مباشرة ، والمخاطرة الناتجة عن العوامل الجوية تكون كبيرة بالمقارنة مع الفقد الذي يحدث للسيلاج الذابل ، ولكنها أقل من ترك الدريس ليجف في الحقل .

ومتطلبات التقطيع للسيلاج المخزن ذي نسبة الرطوبة المنخفضة للحشائش/ البقوليات تكون أكثر حدة من أنواع السيلاج الأخرى ، ولا بد من تقطيع السيلاج إلى أجزاء صغيرة للحصول على ظروف تعبئة مناسبة . ولقد تم تطوير قاطع إضافي ذي شبكة مع آلة التقطيع ذات الأسطوانات للحصول على تقطيع صغير جداً ومتجانس . . . ويكون من الضروري وجود مبنى محكم وغير منفذ للهواء لتخزين السيلاج ، والذي يجب أن يكون متجانساً(٢٤) .

وتعتبر المواد الصمغية التي تتراكم في آليات التقطيع أو صوامع التخزين مشكلة في السيلاج ذي نسبة الرطوبة المنخفضة (١٢) ، والكميات التي تتراكم منها تكون كبيرة في حالة البرسيم والبقوليات الأخرى عنها في الحشائش . وأكثر تراكم يحدث البرسيم الذي تتراوح نسبة الرطوبة فيه بين ٤٠ و٥٥٪ ويكون التراكم بسيطاً جداً عندما تزيد نسبة الرطوبة عن ٧٠٪ أو أقل من ٣٠٪ وأحياناً يستخدم تيار من الماء على مروحة دفع الهواء التي تعمل على سيلاج منخفض الرطوبة ، ولكن هذا الحل غير عملي للمراوح التي تعمل في الحقل .

**١٦ ـ ٢ آلة التقطيع الحقلية ذات المضارب*:**

كانت قاطعات الأعلاف الحقلية قبل عام ١٩٥٠ من نوع القواطع الدقيقة ذات عمود القص ، وتستخدم فيها إما حدافة أو رأس قاطع أسطواني . ومنذ ذلك الوقت فقط هيئت آلات التقطيع ذات المضارب للاستخدام الحقلي ، ويعتبر هذا النوع أقل تكلفة من النوع العادي الذي يعمل بأعمدة القص ، ويمكن استخدامه في مجموعة من أعمال التقطيع المختلفة . . ولكنها تعتبر غير مناسبة لحصاد المحاصيل الطويلة مثل الذرة [١٤] ، ولا تقطع قطعاً صغيرة بدرجة كافية لعمل سيلاج جيد ، كما أنها تتطلب طاقة أكبر لكل طن بمتوسط طول محدد مقارنة بآلة التقطيع بأعمدة القص . وتستخدم عادة في تقطيع الدريس الأخضر الذي يتم استخدامه مباشرة في التغذية ، وذلك لأن الأطوال المقطوعة غير حرجة . ويمكن استخدامها لجمع الدريس الذي سبق حصاده وتصفيفه ، ولكن قد تكون الفواقد في الأوراق كبيرة إذا كان الدريس جافاً بدرجة كبيرة .

وآلة التقطيع ذات القذف المباشر يكون لها أنبوبة توجيه مدببة يغطي كل عرض القطع وتقوم بتوجيه المادة الخارجة من القاطعة الدوارة إلى مقطورة الأعلاف باستخدام طاقة الحركة الموجودة بفعل السكاكين المركبة على العضو الدوار . وتستخدم فيها السكاكين من النوع القدحي المبين في شكل (١٤ ـ ١ هـ) ليكون لها تأثير دافع للنباتات ، وهي تعمل على سرعات عالية (٤٦ إلى ٥٦ متر/ ث [٩٠٠٠ إلى ١١٠٠٠ قدم/ دقيقة]. وهذه السكاكين تدفع كمية كبيرة من الهواء ، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الطاقة الكلية المطلوبة . والسكاكين التي تحتوي على انحناءات كبيرة لا يتم التفريغ فيها بصورة جيدة . ومتوسط أطوال الأجزاء المقطوعة يتراوح بين ٦٥ إلى ٩٠

* قاطع دوار يعمل بالتصادم ومضارب للتقطيع وقد تم مناقشتها في الجزء ٤ ـ ١٤ .

ملليمتراً [٢ ١/٢ بوصة إلى ٣ ١/٢ بوصة](٩،٥) مع وجود بعض القطع أطول من ١٥٠ مليمتراً [٦ بوصة]. والمواد المقطوعة بهذا الطول تكون لها مواصفات رديئة في التخزين وصعبة التفريغ والنقل من الصوامع .

وبعض آلات القطع ذات المضارب الحديثة يكون لها رأس قاطع مساعد ذي حدافة شبيه لما هو مستخدم في آليات التقطيع الحقلية العادية . وتستخدم بريمة لتجميع المواد المقطوعة من المضارب الدوارة وتنقلها إلى رأس قاطع في نهاية المضارب . والرأس القاطع ذو الريش ينقل المواد المقطوعة إلى المركبة من خلال أنبوبة التوجيه كما في حالة آلة التقطيع العادية ، وسكاكين المضارب للنوع الموضح في شكل (١٤ ـ ١ د) تكون مرضية في أدائها وتدفع كمية أقل من الهواء عن السكاكين القدحية والتي تستخدم في القذف المباشر .

ويمكن مقارنة الأطوال المقطوعة بالأطوال المتحصل عليها من آلة التقطيع العادية ولكن التجانس يكون أقل في الأطوال ، وذلك لأن المواد الداخلة لا يتم دفعها إيجابياً أو مسكها عند التغذية . وأما تكلفة الرأس القاطع الإضافية فتزيد من تكاليف الآلة الجديدة زيادة كبيرة . وبعض الآليات تحتوي على البريمة المستعرضة ومروحة هوائية ولكن لا تحتوي على سكاكين لإعادة القطع. وتكون القدرة المطلوبة مرتفعة وتتأثر في هذا بنوع المضارب ذي السكاكين وخواص الآلة الأخرى . ومتطلبات القدرة تكون عالية وتتأثر بنوع سكاكين المضرب وغيره من الخواص الأخرى للآلة مثل ظروف التشغيل ، نوع المحصول . وعند تقطيع البرسيم بواسطة آلة تقطيع مضارب ذات قذف مباشر فإن الطاقة الكلية اللازمة عند معدل تلقيم ١٣,٦ ميجاجرام/ ساعة [١٥ طن/ ساعة] تكون ١,١ كيلووات . ساعة/ ميجاجرام [١,٣ حصان . ساعة/ طن] وكان متوسط الأطوال المقطوعة ٧٤,٧ مليمتراً [٢,٩٤ بوصة](٥) . وقد وجد

بلفن أن الطاقة الكلية المطلوبة في حالة استخدام رأس قاطع من النوع الأسطواني في آليات التقطيع العادية وطول متوسط للقطع يعادل ٥٧,٢ ميلمتراً [٢,٢٥ بوصة] تعادل فقط ٠,٦ كيلووات . ساعة / ميجاجرام [٠,٧٦ حصان . ساعة/ طن] عند معدل تلقيم قدره ١٣,٦ ميجاجرام/ ساعة [١٥ طن/ ساعة] (٥٠٤) .

وفي اختبارات أخرى (١٦) وجد أن الطاقة المطلوبة على عمود الإدارة الخلفي لتقطيع مخلوط من حشيشة الراي والبرسيم الأحمر عند معدل تلقيم ١٣,٦ ميجاجرام/ ساعة [١٥ طن/ ساعة] كانت ١,٧ كيلووات . ساعة/ ميجاجرام [٢,١ حصان ـ ساعة/ طن] وذلك لآلة تقطيع ذات المضارب والتي لها سكاكين على شكل S (شكل ١٤ ـ ١ د) وآلة إعادة قطع من النوع ذي الحدافة بالمقارنة مع ١,٤ و١,٥٥ كيلووات . ساعة/ ميجاجرام [١,٧ و١,٩ حصان ساعة/ طن] وذلك لآلتين من النوع ذي القذف المباشر ، وتحتوي على سكاكين قدحية ، وفيما يبدو فإن لمتطلبات القدرة الإضافية اللازمة لآلة إعادة القطع قد تم تعويضها جزئياً نظراً لأن متطلبات القدرة اللازمة للأشكال المختلفة للسكاكين التي تحرك مقادير أقل من الهواء هي أقل من متطلبات القدرة للسكاكين القدحية . وقد دون هينين (١٣) أن الطاقة المطلوبة لتقطيع البرسيم والحشائش على التوالي في آليات التقطيع ذي المضارب ولها حدافة قاطعة هي ٢,٠٥ و٣,٤٥ كيلووات . ساعة/ ميجاجرام [٢,٥ و٤,٢ حصان ـ ساعة/ طن].

# آليات التقطيع الحقلية ذات قضيب القص

## ١٦ ـ ٣ الأجزاء الأساسية والخواص العامة :

تـوجد آليـات التقطيـع الحقلية ذات عمـود القص إما في شكـل النـوع المقطور أو ذاتي الحركة . وجميع الأنواع الموجودة حالياً تدار بـواسطة عمـود الإدارة الخلفي والـذي يمكن تشغيله بـالجـرارات الكبيـرة الحجم والشـائعـة الاستخدام حالياً . وسعة الآليات الشائعة الاستخدام في سيلاج الذرة هي من ٥٤ إلى ٧٣ ميجاجرام/ ساعة [٦٠ إلى ٨٠ طن/ ساعة]. والقدرة المطلوبـة على عمود الإدارة الخلفي عند أكبر سعة للآلة ولأكبر آلة تقطيع تعادل أكثر من ٧٥ كيلووات [أكثر من ١٠٠ حصان].

وتعتبر الآليات ذاتية الحركة ذات مقدرة كبيرة على الأعمال الشاقة حيث تصمم خصيصاً لتحمل الاستعمال المكثف خلال العام. وعادة ما تكون قدرة المحرك حوالى ١١٢ كيلووات [١٥٠ حصان] أو أكثر . ويتم توصيل السـرعة عن طريق جهاز يمكن التحكم فيه ، وذلك باستخدام سيـور قائـدة على شكل حرفV أو بالتحكم الهيدروستاتيكي .

وعادة ما تحتوي آليات التقطيع الحقلية ذات عمود القص على الوحدات الوظيفية الآتية :

١ ـ وحدة تجميع لتقطيع النباتات القائمة أو لالتقاط المواد المصفوفة .

٢ ـ نظام نقل وتغذية مع وحدات كبس عبارة عن بكرات محملة ببايات أو سيور للإمساك وكبس المواد لتقطيعها .

٣ ـ الرأس القاطع أو وحدة التقطيع .

٤ ـ وحدة نقل أو توجيه لوضع المواد المقطوعة في مركبات للنقل .

**١٦ ـ ٤ وحدات التجميع :**

تحتوي آليات التقطيع الحقلية على واحدة أو أكثر من وحدات مرفقة للتجميع وقابلة للتغيير والتي تجعلها قابلة للعمل في أغراض مختلفة كالآتي :

أ ـ وحدة قطع مباشر للمحاصيل التي تزرع على خطوط ، مثل الذرة الرفيعة أو الذرة التي تستخدم في السيلاج .

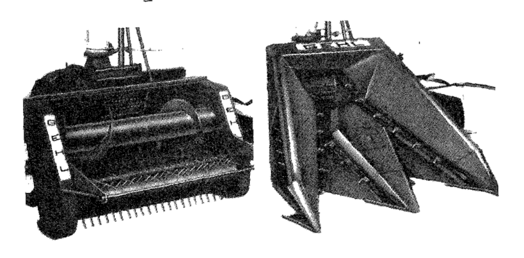
ب ـ وحدة جهاز قطع للحصاد المباشر وتقطيع الحشائش أو البقوليات لعمل السيلاج ، أو التغذية المباشرة .

جـ ـ وحدة لالتقاط المحاصيل المصففة للحشائش أو البقوليات الذابلة ذات الرطوبة المنخفضة التي تستخدم في السيلاج أو الدريس الناضج ، ويوضح شكل (١٦ ـ ١) نوعين من وحدات التجميع الملحقة . ووحدة التجميع للمحاصيل التي تزرع على خطوط وعادة ما تستخدم لعدد ١ ، ٢ أو ٣ خطوط .

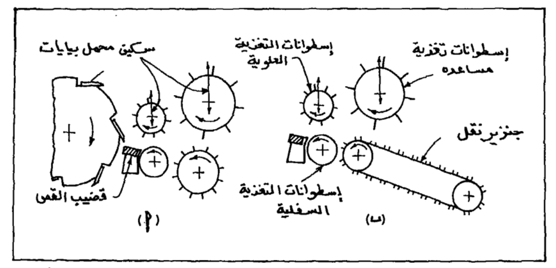
والجنزير المجمع الذي يركب في أسفل الآلة ـ غير واضح في الشكل ـ يتحرك أسرع من الجنزير العلوي ، وهذا يمكن الجزء الغليظ من السيقان من دخول الماكينة أولاً .

ومعظم ملحقات جهاز القطع تكون مشابهة للرأس ذي البريمات في آليات التصفيف ذاتية الحركة (شكل ١٤ ـ ١٠ الأيسر) . وعادة ما يكون عرض القطع الشائع يتراوح بين ١,٨٣ متر إلى ٢,٢٤ متر [٧٢ إلى ٨٨ بوصة] ولكن

توجد بعض أنواع قليلة لها عرض يصل إلى ٣,٦٥ متر [١٢ قدم] . والاتجاه الحديث إلى عمل السيلاج ذي الرطوبة المنخفضة بدلاً من التقطيع المباشرة للحشائش/ البقوليات قد غير من التركيز على وحدات أجهزة القطع الملحقة .



شكل ١٦ ـ ١ الأيسر : وحدة التجميع والتقاط الصفوف المركبة على آلة تقطيع حقلية ذات عمود القص ـ يلاحظ أن أصابع اللقط عند الجزء المحيط بمركز البريمة .
شكل ١٦ ـ ١ الأيمن : وحدة تجميع محاصيل منزرعة في خطوط
( Courtesy of Gehl Co ) .




شكل ١٦ ـ ٢ : نوعان شائعا الاستعمال من أنظمة التلقيم . قمة عمود القص لا بد وأن تكون أفقية وذلك في حدافة الرأس القاطعة .

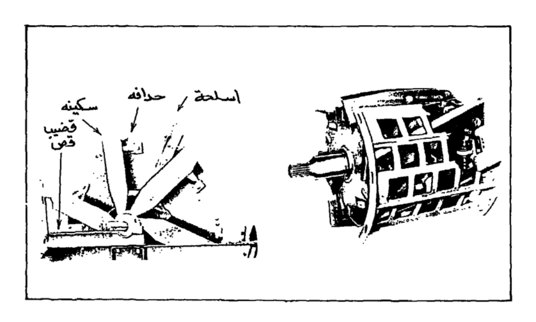
## ١٦ ـ ٥ أجهزة التغذية :

يوجد نوعان من أجهزة التغذية الشائعة الاستعمال ، وهي موضحة في شكل (١٦ ـ ٢) ، فالسير المصنوع من الجنازير والجرائد ذات الفراغات مع زوايا حديدية مستعرضة ، يستخدم أحياناً بدلاً عن البكرات العليا . . وشكل (١٦ ـ ٤) يوضح الثلاث بكرات السفلى مع تركيباتها. وعادة ما يكون هناك قابض مساعد أ جهاز نقل بالتروس ، وذلك للسماح بإيقاف أو عكس حركة نظام التغذية من مقعد القيادة للجرار في حالة حدوث تحميل زائد .

وتستخدم بكرات التغذية العليا الملاصقة لعمود القص لضغط المادة المطلوب قطعها وتعمل على التلقيم الإيجابي إلى الرأس القاطعة ، وتمسك بها عندما تجري علمية القطع ، وعادة ما تكون البكرات السفلى ملساء ، بينما البكرات العليا (أو السير) تحتوي على ريش معكوسة لتعطي أكبر مقدرة ممكنة للإمساك بالمواد . ولا بد أن تكون البكرات العليا والسفلى لها نصف قطر صغير نسبياً وقريبة من مستوى القطع لمنع القطع الطويلة من أن يتم شدها عن طريق السكين . ولكي يعمل نظام التغذية بإيجابية أكثر فإن السرعة المحيطية لبكرات التغذية والسيور لا بد وأن تكون واحدة ، ولتعيين السرعة المحيطية للأسطوانات ذات الريش لا بد من الأخذ بعين الاعتبار أن يكون القطر الفعال أقل بقليل من القطر الخارجي . وبكرات التغذية العليا أو السيور تحمل بواسطة يايات ، ولها مجال للتحرك لعدة سنتيمترات لتمكينها من احتواء مواد بكميات مختلفة . وتعرف مساحة المقطع على أنها أقل عرضة لفتحة التغذية عند بكرات التغذية ، وأن أقصى خلوص للتشغيل بين البكرات العليا والسفلى يعرف باسم زور آلة التقطيع . ومساحة فتحة الزور هي إحدى العوامل التي ربما تحدد سعة آلة التقطيع كما ستناقش في القسم ١٦ ـ ١٤ .

### ١٦ ـ ٦ التقطيع والدفع :

يوجد هناك نوعان من الرؤوس القاطعة ، وتعرف باسم نوع الحدافة والنوع ذو الأسطوانات (شكل ١٦ ـ ٣) وتستخدم مع آليات التقطيع الحقلية الشائعة الاستخدام ويكون تثبيت السكاكين أو شكلها في أي من النوعين بطريقة تسمح بحدوث القطع بطريقة إيجابية من إحدى النهايات إلى الأخرى . . . وذلك لتقليل العزم المطلوب إلى أقل حد ممكن . والرأس القاطع ذو الحدافة عادة ما يحمل من ٤ إلى ٦ سكاكين ، والنوع ذو الأسطوانات غالباً ما يحمل ٦ سكاكين وبقطر ٣٨٠ إلى ٤٦٠ مليمتراً [١٥ إلى ١٨ بوصة] أو ٩ سكاكين مع قطر يعادل تقريباً ٦١٠ مليمتراً [٢٤ بوصة]. وفي كلا النوعية يمكن استبعاد بعض السكاكين حتى يمكن زيادة أطوال القطع ، ولا بد أن تكون السكاكين الباقية على مسافات متساوية لحفظ توازن رأس القطع .

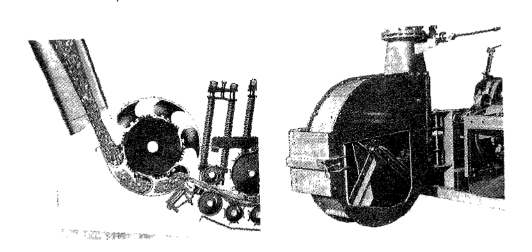



شكل ١٦ ـ ٣ : الأيسر ـ رأس قطع ذو الحدافة .

الأيمن ـ رأس القطع ذي الأسطوانة ، وتوضع فيها شبكة لإعادة القطع ، الحافة العليا للشبكة ـ المساعدة ـ تكون موجودة على مستوى محور الأسطوانة ، وعادة ما تكون الفتحات على خط مستقيم بدلاً من خط متعرج ( Courtesy of Gehl Co.) .

ويحتـوي الرأس القـاطع ذو الحـدافـة على ٣ أو ٤ ريشـة دافعـة حـول محيطها، حيث تقوم بقذف أو دفع المواد المقطعة إلى ماسورة التصرف ثم إلى عربات النقل .

ويقوم النوع ذو الأسطوانة بالدفع المباشر للنباتات بواسطة السكاكين عن طريق وجود الإطار المحكم حولها أو قد تستخدم فيها مـروحة هـوائية منفصلة توجد مباشرة خلف الرأس القاطع (شكل ١٦ ـ ٤) . والأنواع التي تقوم بالقذف المباشر تحتوي على سكاكين قدحية معمقة كما هو موضح في الشكل (١٦ ـ ٤ الأيسـر) أو سكاكين مقـوسة إلى حـد ما أو سكـاكين مفلطحة (شكـل ١٦ ـ ٣ الأيمن) .



شكـل ١٦ ـ ٤ الأيسر : رأس القـطع ذو الأسطوانـات وذات السكاكين القـدحية والقـذف المباشر (Courtesy of Allis - Chalmers) .

الأيمن : مروحة دفع هواء ملحقة مع رأس قطع أسطوانيـة ، والغلاف يمكن لفـه للداخل ويربط مع إطار رأسي القطع أثناء التشغيل . (Courtesy of Messton Crop.) .

وقد أوضحت الخبرة أن الرؤوس التي تحتوي على جهاز للقذف المباشر

تحتاج إلى سرعة من ٢٨ إلى ٣٠ متر/ ثانية [٥٥٠٠ إلى ٦٠٠٠ قدم/ دقيقة] وذلك للعمل على التوصيل العرضي لجميع المواد إلى المقطورة الخلفية (١٩) . والسرعات المطلوبة في الأنواع المتاحة حالياً تعادل ٣٠ إلى ٣٣ متر/ث [٦٠٠٠ إلى ٦٥٠٠ قدم/ دقيقة] وذلك مع سرعة عمود الإدارة الخلفي لجرار ٥٤٠ لفة/ دقيقة . وعندما يستخدم دفع للهواء ملحق مع الآلة فإن السرعة المحيطية للأسطوانة عادة ما تتراوح بين ١٨ إلى ٢٤ متر/ ثانية [٣٥٠٠ إلى ٤٧٠٠ قدم/ دقيقة].

والرأس القاطع من نوع الحدافة كان سائداً في الأنواع التي تم إنتاجها مبكراً لآلة التقطيع ، ربما لأن ذلك النوع كان هو السائد على القاطعات الثابتة التي تحتاج لمراوح دافعة لها المقدرة على ملء الصوامع ذات الارتفاع الكبير . وأغلب الأنواع الحديثة من آلات التقطيع الحقلية تحتوي على رأس قاطع أسطواني ، ونظراً لأن أقطار الأسطوانات أقل كثيراً من أقطار الحدافات ، فيمكن هذا من الحصول على عدد قطعات أكثر في الدقيقة وذلك بدون تطبيق سرعات محيطية عالية غير ضرورية ، ومتطلبات القدرة الزائدة المصاحبة لها (نوقشت في قسم ١٦ ـ ١٣) . ويمكن من الأسهل الحصول على مكونات قطع صلبة ، والتي هي ضرورية للحفاظ على خلوصات ضيقة بين السكاكين وقضيب لاقص ، وذلك مقارنة مع الرأس القاطع ذي الحدافة . ويكون التلف أقل للنوع ذي الأسطوانة عندما يدخل جسم غريب إليها ، وعادة ما تزود بمسن للسكاكين .

والحاجة إلى الحصول على قطع صغيرة للسيلاج ذي المحتوى الرطوبي المنخفض من النجيليات/ البقوليات كان دافعاً قوياً لتطوير تركيبات شباك إعادة القطع في أنواع الرؤوس القاطعة الأسطوانية (شكل ١٦ ـ ٣) . وعادة ما تستخدم هذه في محاصيل أخرى ، ولكنها أكثر فاعلية في حالة المواد غير

الموجهة مثل الدريس والنجيليات . وتستخدم شباك بفتحات مربعة تتراوح أبعادها من ١٣ مليمتر إلى ١٠٢ مليمتر [$\frac{1}{2}$ بوصة إلى ٤ بوصات] وبعضها يحتوي على فتحات طولية . وتستخدم الفتحات الكبيرة في السيلاج ذي النسبة المنخفضة من الرطوبة . وشبكة إعادة القطع تزيد من القدرة المستخدمة زيادة كبيرة ، وتستخدم أيضاً دافعات هواء مساعدة بدلاً من أنابيب القذف المباشر في الأنواع التي تحتوي على شبكات إعادة القطع .

### ١٦ ـ ٧ أطوال القطع :

يعرف الطول النظري للقطع بأنه كمية تقدم نظام التغذية فيما بين القطعات للسكاكين المتتالية . ويضبط الطول النظري بتغيير سرعة نظام التغذية أو عدد السكاكين على الرأس القاطع . كما يوجد احتمال لمتغير ثالث وهو سرعة الرأس القاطع ولكن لا يتم ضبطها على الآلات الحقلية الحالية . ونماذج الإنتاج الحالي تعطي إمكانية ضبط للحصول على أقل أطوال نظرية بين ٣ إلى ٦ ملليمتر [$\frac{1}{8}$ إلى $\frac{1}{4}$ بوصة] بينما تكون أقصى أطوال من ٢٥ إلى ٩٠ مليمتر [١ إلى ٣,٥ بوصة]. والرأس القاطع الذي يعمل بستة سكاكين يمكن أن يعمل أيضاً باثنين أو ثلاثة سكاكين توزع على مسافات متساوية . ويمكن الحصول على ٢ إلى ٦ سرعات مختلفة لنظام التغذية عن طريق صندوق تغير سرعات أو تغير بعض العجلات المسننة .

ويتقارب الطول الفعلي للقطع من الطول النظري فقط عندما يتم تغذية سيقان وهي مستقيمة كما في محاصيل الصفوف مثل الذرة . وعند التقطيع من الأكوام الطولية أو من مواد غير موجهة ، فقد يصل الطول الفعلي للقطع إلى ضعف الطول النظري المثبت عليه الآلة ، وقد تتواجد بعض القطع أكثر من ذلك بعدة مرات [٢]،[١٢] .

وعادة يوصى بطول قطع نظري حوالى ٦ مليمتر [$\frac{1}{4}$ بوصة] للأعشاء

وسيلاج البقولات ذي الرطوبة المنخفضة [١٣] . وقد قارن بارنجتون [٢] ومساعدوه بين أطوال القطع ، متطلبات القدرة ، الكثافة المطلوبة في الصوامع وذلك عند تقطيع خليط من البروم والبرسيم عند محتوى رطوبي ٥٠٪ باستخدام أو عدم استخدام شبكة إعادة قطع بفتحات مربعة ذات أبعاد ١٠٢ ملليمتر [٤ بوصات]. فمع طول نظري مقداره ٦ ملليمتر [١/٤ بوصة] وعدم وجود شبكة إعادة القطع كان حوالى ١٢٪ تقريباً من الخليط المقطوع في قطع أطول من ٣٨ ملليمتر [١ ١/٢ بوصة ]. وبوضع شبكة إعادة القطع فقد قللت من القطع الطويلة إلى ٥٠٪ ، بينما لم يحدد متوسط الأطوال . وقد زادت عملية إعادة القطع من الكثافة في الصوامع بحوالى ٨,٤ ٪ . وعند مقارنة القطع بطول نظري مقداره ٩,٥ مليمتر [٣/٨ بوصة] بالإضافة إلى استخدام شبكة إعادة القطع مع القطع بطول نظري قدره ٦ ملليمتر . وبدون استخدام للشبكة فقد زادت كثافة السيلاج بمقدار ٣,١٪ فقط .

وعادة ما يعتبر القطع بطول نظري قدره ١٣ ملليمتر [ ١/٢ بوصة] مناسباً وكافياً لسيلاج الذرة، بينما القطع لأطوال أكبر ٥٠ إلى ٧٥ ملليمتر [٢ إلى ٣ بوصة] فهو مرغوب للدريس الناضج . بينما يزيد القطع إلى أطوال أقصر مما هو مطلوب من متطلبات القدرة لكل ميجاجرام، وقد يقلل من سعة وإنتاجية آلة التقطيع .

### ١٦ ـ ٨ توزيع متطلبات القدرة :

متطلبات القدرة لتشغيل آلة التقطيع الحقلية ذات عمود القص تتم الاستفادة منها بالطرق الآتية :

أ ـ لجمع ونقل وضغط المواد المراد تقطيعها .

ب ـ لقص المواد .

جـ ـ أيضاً لتحريك الهواء المدفوع بواسطة الرأس القاطع والمراوح الدافعة .

د ـ لإكساب عجلة تسارع للمواد المقطعة لتقارب السرعة المحيطية للمروحة .

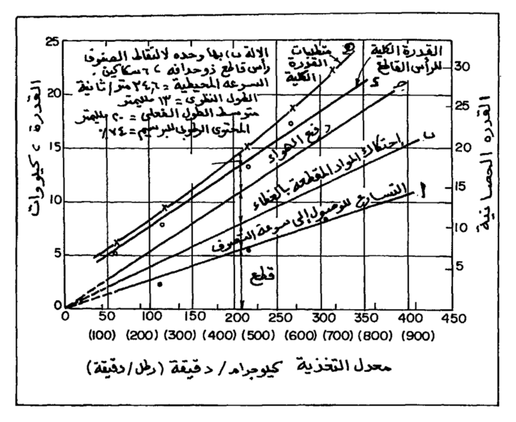
هـ ـ للتغلب على الفواقد الناتجة من احتكاك المادة المقطوعة بغطاء الآلة .

و ـ لتعويض الفواقد الميكانيكية في الآلة .

ويبين شكل (١٦ ـ ٥) توزيع القدرة كدالة لمعدل التغذية وذلك لسرعة محيطية واحدة للرأس القاطع من نوع الحدافة كما تم إعداده بواسطة بليفينز (٤) من اختبارات على البرسيم الأخضر. وقد تم تركيب مقاييس للانفعال على محاور مجموعة الإدارة للحصول على القدرة الداخلة إلى الحدافة وجهاز الالتقاط وجهاز التغذية . وقد تم الحصول على المنحنى أ والذي يمثل القدرة المطلوبة للقطع من اختبارات أجريت بعد إبعاد ريش المروحة وغطائها . وقد تم تصحيح النتائج لتشمل الجزء الخاص بالطاقة الحركية المنقولة مع السكاكين وقدرة الهواء والتي حددت بتشغيل الآلة بدون مرور أي مواد من خلال الرأس القاطع . ويمثل الفرق بين المنحنيات أ، ب الطاقة الحركية المحسوبة للمواد المنصرفة عند التشغيل بالمروحة حيث توجد عليها ريشها وغطائها .

ويمثل المنحنى د القدرة الكلية الداخلة إلى محور الحدافة . وقد تم الحصول على المنحنى جـ بقياس قدرة الهواء عند عدم تقطيع أي مواد ثم طرح هذه الكمية من المنحنى د وذلك بافتراض عدم تأثر قدرة الهواء بمعدل التغذية . وبذلك تكون قدرة الاحتكاك هي الفرق المتبقي بين المنحنيات ج ، ب .

ويمثل الفرق بين المنحنيات هـ ، د القدرة الحقيقية لجهاز الالتقاط وجهاز التغذية ويلاحظ أنها تزداد بسرعة أكبر عند معدلات التغذية العالية عنها في حالة المعدلات المنخفضة . ويجب أن تكون مكونة هذه القدرة مستقلة نسبياً عن سرعة الرأس القاطع .




شكل ١٦ ـ ٥ توزيع القدرة في آلة التقطيع الحقلية من نوع ذي الحدافة عند سرعة محيطية واحـــدة للمروحة الدافعة وطول نظري واحد للقطع (F. Z. Blevins[4]) .

وتوجد نفس مكونات القـدرة في آلة التقـطيع ذات الأسـطوانة والقـذف المباشر بالرغم من أن مكونة الاحتكاك ومكونة دفع الهواء قد تأخذ قيمـاً نسبية مختلفة .

وقد يزداد الوضع تعقيداً عندما تزود آلة التقطيع ذات الأسطوانة بمروحة دافعة مساعدة . وهنا تكون مركبات التسارع والاحتكاك للمروحة الدافعة مماثلة لما هو مبين في حالة آلة التقطيع ذات الحدافة . ويكون دفع الهواء كعملية ذات مرحلتين حيث يأتي جزء من الطاقة من الرأس القاطع ، وجزء آخر من المروحة الدافعة . كما يوجد أيضاً مركبة لتسارع المواد بواسطة الرأس القاطع حتى تصل

سرعة المواد المقطوعة للسرعة المحيطية للرأس القاطع، ولكن قد يفقد معظمها في الاحتكاك قبل أن تدخل المواد إلى المروحة الدافعة.

وتضيف شبكة إعادة القطع مكوناً آخر للقدرة، حيث تتطلب طاقة إضافية لإعادة القطع وأخرى للاحتكاك المتسبب عن هذه الشبكة.

**١٦ ـ ٩ قدرة الهواء**

طبقاً للقوانين المعروفة والخاصة بالمراوح، فإن القدرة المطلوبة لتحريك الهواء تتغير تقريباً مع مكعب السرعة المحيطية. فإذا كانت مكونة هذه القدرة ثابتة نسبياً بغض النظر عن معدل التغذية، كما هو مفروض في شكل (١٦ ـ ٥) فإن الطاقة الداخلو إلى الهواء لكل ميجاجرام من المواد المقطعة تتغير عكسياً مع معدل التغذية .

**١٦ ـ ١٠ طاقة التقطيع**

تتغير طاقة التقطيع لكل مبجاجرام من المادة (سواء على أساس الوزن الجاف أو الرطب) مع المحتوى الرطوبي، طول القطع، حالة وحدة التقطيع وبعض العوامل الأخرى. وقد وجد بليفينز[٤] في خمسة عشرة مجموعة مختلفة من الاختبارات على البرسيم، أنه عند محتوى رطوبي وطول قطع نظري معين فإن طاقة التقطيع لكل ميجاجرام كانت ثابتة بغض النظر عن معدل التغذية (كما هو موضح بالمنحنى في شكل ١٦ ـ ٥). وقد وجد تربلهورن وسميث[٢٣] عند تقطيع حزم من الذرة بقطر ١٥٠ ملليمتر [٦ بوصة] بآلة تقطيع ذات أسطوانة بقطر ٥٠٨ ملليمتر [٢٠ بوصة] أنه لا يوجد تغيير في طاقة التقطيع لكل ميجاجرام عندما زادت سرعة السكين من ١٩,٤٠ متر/ الثانية إلى ٢٥,٣ متر/ الثانية [٣٨٢٠ قدم الدقيقة إلى ٤٩٨٠ قدم الدقيقة] وحوالي ١٠ ٪ زيادة بين السرعات ٢٥,٣ و ٢٩,٥ متر/ الثانية [٤٩٨٠ و ٥٨١٠ قدم/دقيقة].

وقد حدد ريتشي[١٩] طاقة التقطيع لأطوال قطع مقدارها ٢٥ ملليمتر [١ بوصة] بتغيير الطول النظري للقطع من ٢٥ أو ٣٨ ملليمتر [١ أو ١,٥

بوصة) إلى ١٣ ملليمتر [٥, ٠ بوصة] وقد ربط التغيير في متطلبات الطاقة الكلية للرأس القاطع بالزيادة في عدد القطعات لكل سنتيمتر. وقد بنيت هذه الطريقة على أساس افتراض أن :

أ - تتناسب طاقة التقطيع لكل ميجاجرام عكسياً مع طول القطع .

ب - تغيير طول القطع بتغيير عدد السكاكين أو سرعة نظام التغذية لا يؤثر على أي من مكونات الطاقة غير طاقة التقطيع. وقد أشارت النتائج التي أجريت على البرسيم (٧٣٪رطوبة) مع اثنين من أنواع الرؤوس القاطعة ذات الحدافات إلى أن متطلبات الطاقة كانت ٤١, ٠ و ٥٤, ٠ كيلووات. ساعة/ ميجاجرام [٥, ٠ و ٦٦, ٠ حصان ساعة/ طن]* لطول قطع نظري مقداره ١٣ مليمتر [ ١/٤ بوصة] وهذه النتائج تتقارب جيداً من القيمة ٤٤, ٠ كيلووات. ساعة/ ميجاجرام [٥٣, ٠ حصان. ساعة/ طن] والمشار إليها بالمنحنى أ في شكل (١٦ - ٥). وفي ثلاثة مقارنات لاثنين من الرؤوس القاطعة كان متوسط الطاقة ٣٣, ٠ كيلووات. ساعة/ ميجاجرام [٤, ٠ حصان ساعة/طن] وذلك لطول قطع نظري مقداره ١٣ ملليمتر [ ١/٤ بوصة].

ويبين الرسم البياني الأيمن في شكل (١٦ - ٦) العلاقة بين طاقة التقطيع وطول القطع للبرسيم والمبنى على قياسات مباشرة مع التصحيحات المطبقة على طاقة الحركة وقدرة الهواء كما وصفت في قسم ١٦ - ٨. وتشير هذه النتائج إلى أن طاقة التقطيع لكل ميجاجرام قد ازدادت بمعدل أقل من عدد القطعات لكل سنتيمتر، وخاصة للقطعات الأطول من ٢٥ ملليمتر [ ١ بوصة] .

وقد وجد هنن[١٣] أن تقليل الطول النظري لذرة السيلاج الأخضر من ١٣ ملليمتر إلى ٦ ملليمتر [ ١/٢ بوصة إلى ١/٤ بوصة] قد زاد من متطلب الطاقة على عمود الإدارة الخلفي، وذلك لكل ميجاجرام بحوالي ٣٥ ٪ . فإذا افترض

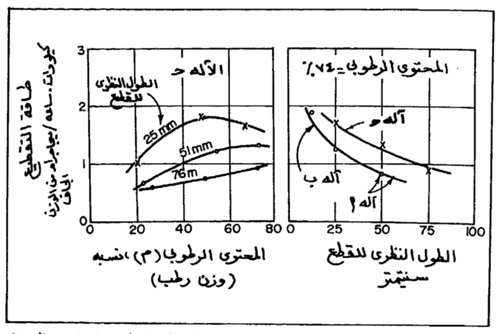
(*) ما لم يذكر غير ذلك، فإن معدلات التغذية ومتطلبات الطاقة لكل ميجاجرام [لكل طن] المشار إليها في هذا الباب مبنية على أساس الكتلة الرطبة من المادة التي تقطع .

أن متطلبات طاقة التقطيع للطول ١٣ ملليمتر [$\frac{1}{2}$بوصة] هي حوالي ٣٥ ٪ من الطاقة الكلية لعمود الإدارة الخلفي (وهو فرض معقول بناءً على ما هو وارد في شكل (١٦ ـ ٥) فإن متطلبات طاقة التقطيع والتي أوجدها هنن تتناسب مباشرة مع عدد القطعات لكل سنتيمتر من الطول .

ويوضح الرسم البياني الأيسر من شكل ١٦ ـ ٦ تأثير المحتوى الرطوبي على طاقة التقطيع لكل ميجاجرام من المادة، كما قيست بواسطة بلفينيز(٤) وذلك لآلة ذات رأس قاطع ذي حدافة . ففي الاختبارات التي أجريت على تقطيع البرسيم بطول نظري ٢٥ ملليمتر [١ بوصة] وأيضاً للطول ١٣ مليمتر [ $\frac{1}{2}$ بوصة] بآلة أخرى حيث كان المحتوى الرطوبي بين ٤٥ إلى ٥٠ ٪ فقد تطلبت طاقة التقطيع مقداراً أكبر لكل ميجاجرام من المادة الجافة عما إذا كان البرسيم أخضر أو ناضج . ويكون الفرق بين البرسيم الأخضر والبرسيم المحتوي على ٤٥ إلى ٥٠ ٪ رطوبة أكبر على أساس وزن الكتلة الرطب عن المبين على أساس وزن الكتلة الجاف .

وقد استعمل ليلجدال(٥ظ) ومساعدوه نظام بندولي ليعطي طاقة لعمل قطعات فردية من سيقان البرسيم العشوائية التوجيه والمكبوسة بعرض من ٢٠٠ إلى ٢٨٠ ملليمتر [٨ إلى ١١ بوصة] وبسمك من ٦ إلى ١٩ ملليمتر [$\frac{1}{4}$إلى $\frac{3}{4}$بوصة]. وقد كانت سرعة السكينة حوالي ٢,٤ متر/ ثانية [٤٨٠ قدم/ دقيقة]. وفي اختبارات مع سكين حاد فقد تحصلوا على علاقة مشابهة لمنحنى طول ٢٥ ملليمتر، والموجود في شكل (١٦ ـ ٦) وبقيمة عظمى عند حوالي ٤٠٪ رطوبة . وقد كانت متطلبات الطاقة عندهم حوالي نصف إلى ثلث ما تحصل عليه بلفينيز .

وقد دلت الاختبارات المعملية عند تقطيع البرسيم المحتوي على ٦٠٪ رطوبة ، وبسكين غير حادة حيث تم تقليل حدية السلاح ليصل القطر عند الحد




(كيلووات ســاعة / ميجاجرام من الوزن الرطب = كيلوات/ ساعة/ ميجاجرام من الـوزن الجاف × $\frac{١٠٠ - م}{١٠٠}$ )

**شكل ١٦ ـ ٦ تأثير الطول النـظري للقطع، المحتـوى الرطـوبي على طاقـة التقطيـع لكل ميجاجرام من المادة الجافة للبرسيم. كل نقطة على المنحنيات تمثل مجموعة من التجارب على مدى من معدلات التغذية. والآلة (أ) من نوع الرأس القاطع ذي الأسطوانـة والآلات (ب)، (جـ) من نوع الرأس القاطع ذي الحدافة. (Data from F. Z. Blevins)**

القاطع إلى ٠,٨ ملليمتر [٠,٠٠٣ بوصة]، على أن متطلبات طاقة التقطيع قد تضاعفت عن ما إذا كـانت السكين حادة وكـان الخلوص بين السكين وقضيب القص حـوالي ٠,٠٥ ملليمتر [٠,٠٠٢ بـوصة] ووصلت إلى ثـلاثة أضعـاف عندما كانت مسافة الخلوص ٠,٤١ مليمتر [٠,٠١٦ بوصة]. وقـد كان تـأثير مسافة الخلوص ضعيفاً عندمـا كانت السكين حـادة. ومن المحتمل أن تكـون تأثيرات حدة السكين ومسافة الخلوص أقل عند السرعات العادية للرأس القاطع والتي هي من ٢٠ إلى ٣٠ متراً/ الثانية [٤٠٠٠ إلى ٦٠٠٠ قدم/ دقيقـة] عن

السرعة ٢,٤ متر/ الثانية [٤٨٠ قدم/ دقيقة] والتي استعملت في الاختبارات المعملية.

### ١٦ - ١١ طاقة الاحتكاك

كما هو مشار إليه في شكل (١٦ - ٥) فإن قدراً ليس بالقليل من القدرة قد يفقد عن طريق الاحتكاك بين المواد المقطعة ومحيط غطاء آلة التقطيع. ويمكن البيان رياضياً أن طاقة الاحتكاك لوحدة كتلة المادة، والتي تضيع نتيجة لتأثير القوة الطاردة المركزية هي:

$$E_f = 4.848 \times 10^{-6} \mu \beta V^2 \qquad (١٦ - ١)$$

$$[ E_f = 1.522 \times 10^{-10} \mu \beta V^2 ]$$

حيث:

$E_f$ = طاقة الاحتكاك، كيلووات ساعة لكل ميجاجرام من المادة. [حصان. ساعة لكل طن].

$\mu$ = معامل الاحتكاك الإنزلاقي بين المادة المقطعة وغطاء آلة التقطيع.

$\beta$ = الزاوية المقابلة للقوس المتوسط لمحيط غطاء آلة التقطيع والذي تحتك به المادة المقطعة، بالدرجات.

$V$ = السرعة المحيطية للمروحة، متر/ الثانية. [قدم/ دقيقة].

ويجب أن تمثل الزاوية $\beta$ القوس المتوسط لتلامس كل المواد المارة خلال الوحدة حيث أنه لا يحدث أن تلتقي كل المواد الخارجة من حدافة الرأس القاطع عند نفس المكان على غطاء الآلة.

ويلاحظ أن طاقة الاحتكاك لكل ميجاجرام تكون مستقلة عن معدل

التغذية ولكنها تزداد مع مربع السرعة المحيطية للمروحة . ومع وجود القطع الكبيرة كما في حالة الذرة المقطعة فإنه يوجد احتمال بسيط جداً لفعل حشر المواد بين ريش المروحة وغطاء الآلة . ولكن من المعتقد أنه مع سيلاج الأعشاب/ البقوليات حيث ينتج عن القطع الصغيرة كمية أكبر من المواد المنحشرة . والذي يزيد من الطاقة المفقودة نتيجة الاحتكاك.

وارتفاع درجة حرارة غطاء الآلة عند تقطيع سيلاج الأعشاب/ البقوليات، كما يلاحظ أثناء العمليات الحقلية يعطي دليلاً يدعم هذا التأثير[١] .

وتوجد قيم لمعاملات احتكاك المواد المقطعة على الصلب اللامع المجلفن والصلب الذي لا يصدأ وذلك تحت ظروف مختلفة في الكتاب السنوي للهندسة الزراعية (ASAE Data D251 Agricultural Engineering Year Book). وتشير هذه البيانات إلى قيم متوسطة لمعامل الاحتكاك الإنزلاقي على الصلب اللامع المجلفن قدره ٠,٣ للقش المقطع، و٠,٦٨ للذرة والعشب/ وسيلاج البقوليات عند محتوى رطوبي ٧٣٪. وقد أشار التعيين التجريبي لقدرة الاحتكاك لآلتين للتقطيع الحقلي بأن القيمة المتوسطة لحاصل ضرب $\beta \times \mu$ في المعادلة رقم ١٦ ـ ١ هو ٠,٨ ٤١[٤] .

### ١٦ ـ ١٢ الطاقة الحركية :

بافتراض أن المواد المقطعة ستترك ريش المروحة أو السكاكين الأسطوانية عند حوالي السرعة المحيطية للمروحة أو الرأس القاطع ، فإن طاقتها الحركية لكل وحدة كتلة هي :

$$E_{ke} = 1.389 \times 10^{-4} V^2 \qquad (١٦ - ٢)$$

$$[\, E_{ke} = 4.361 \times 10^{-9} V^2 \,]$$

حيث :

$E_{ke}$ = الطاقة الحركية، كيلـووات ساعة لكل ميجاجرام [حصـان ـ ساعة لكل طن].

V = السرعة المحيطية للمروحة، متر/ الثانية [قدم / دقيقة].

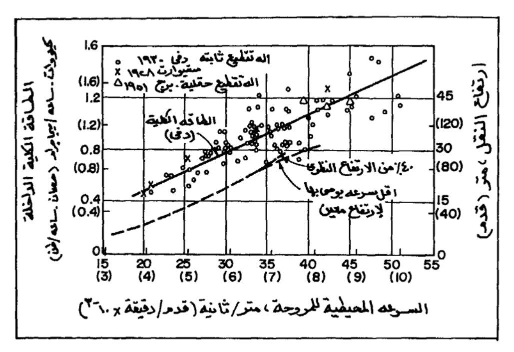
ويلاحظ أيضاً أن هذه الكمية تزداد مع مربع السرعة المحيطية .

**١٦ ـ ١٣ متطلبات الطاقة الكلية :**

يبين شكل (١٦ ـ ٧) العلاقة بين متطلبـات الطاقـة لكل ميجـاجرام من المادة والسرعة المحيطية للمروحة عند تقطيع ورفـع ذرة السيلاج بـآلة تقـطيع وتخزين الأعلاف الثابتة ذات الحدافة وذلك في اختبارات قبل عام ١٩٣٠ م. وفي هذه الاختبارات وجد بفي[١١] أن متطلب الطاقة عند سرعة محيطيـة معينة للمروحة الدافعة كان، عملياً، ثابتاً وذلك لأي ارتفاع أقـل من حوالي ١٨ متـراً [٦٠ قدم] وقد زادت بقدر معتدل للارتفاعات الأكبر، (وذلك حتى حد ارتفـاع معين يشير إليه المنحنى ذو الخط المتقطع للسرعة المعنية ). أي طاقة حركية لا يحتاج إليها للرفع أو للنقل الأفقي بعد تصرفها من الآلة هي في الحقيقة طاقـة مفقودة. وتزداد متطلبات القدرة بمعدل مرتفع مع السرعة بسبب أن العديد من مكونات الطاقة أو القدرة تتناسب مع مربع أو مكعب السرعة، كما نوقشت في الأجزاء السابقة . ولهذا السبب يجب تجنب السرعات العالية .

وتشير النتائج الموضحة في رسم بياني في شكل (١٦ ـ ٧) والمأخوذ من بيرج[٣] ، وأيضاً نتائج غير موقعة على المنحنى للسرعات المحيطيـة الأقل[١] إلى أن المنحنى المبين في شكل (١٦ ـ ٧) يمكن استخدامـه لآلات التقطيـع الحقلية والتي تحتوي على رؤوس قاطعة ذات الحـدافة وذلك عند تقطيع ذرة السيـلاج لطول نـظري مفـداره ١٣ ملليمتـر [$\frac{1}{2}$ بـوصـة] . ويمكن استخـدام المنحنى أيضاً وبدرجة مقبولة للرؤوس القاطعة ذات القذف المباشر والذي يشير

إلى مقدار طاقة أكبر بقليل من ٠,٨ كيلووات. ساعة/ ميجاجرام [١ حصان. ساعة/ طن] عند سرعة مقدارها ٣٣ متراً/ الثانية [١٥٠٠ قدم/ دقيقة].




شكل ١٦ ـ ٧ متطلبات الطاقة الكلية لتقطيع ورفع سيلاج الذرة الأخضر لقطعات بطول نظري حوالي ١٣ ملليمتر [ $\frac{1}{2}$ بوصة] ومعدل تغذية بمتوسط حوالي ١٤,٥ ميجاجرام/ ساعة (١٦ طن/الساعة). المنحنى ذو الخط المتقطع يشير إلى أقل سرعات موصى بها بواسطة دفي للارتفاعات الرأسية حتى ٣٠ متراً [١٠٠ قدم].

(F. W. Duffee[11])

وقد سجل هنن[١٣] نتائج من اختبارات قد أجريت لإحدى الشركات على عديد من مختلف آلات التقطيع الحقلية وعلى مختلف المحاصيل خلال الفترة من ١٩٦٠ إلى ١٩٧٠. ولم يذكر أي معلومات فيما يخص نوعية الرأس القاطع، وعما إذا كان يتم تصريف المواد المقطعة عن طريق الأسطوانة ذات القذف المباشر أو مروحة دافعة مساعدة، أو عن قيم السرعات المحيطية المستعملة. وقد تراوحت متطلبات الطاقة عند معدلات التغذية العادية بين ١,٠ إلى ١,٥ كيلووات. ساعة/ ميجاجرام [١,٢ إلى ١,٨ حصان. ساعة/

طن] وذلك لطول القطع النظري ١٣ ملليمتر [١/٢ بوصة] من سيلاج الذرة عند محتوى رطوبي من ٦٠ إلى ٨٠٪ ومن ١,٥ إلى ٢ كيلووات/ ميجاجرام [١,٨ إلى ٢,٤ حصان. ساعة/ طن] لطول القطع النظري ٦ ملليمتر [١/٤ بوصة] من سيلاج الذرة الناضج عند ٤٠ إلى ٦٠٪ بوصة.

وقد تحصل بلفينيز[٤] على نتائج لمتطلبات الطاقة لتقطيع البرسيم الأخضر (٧٤٪ محتوى رطوبي) على طول نظري قدره ١٣ ملليمتر [١/٢ بوصة] وذلك لثلاث آلات تقطيع حقلية على سرعات محيطية تتراوح بين ٢٠ إلى ٤٦ متر/ ثانية [٤٠٠٠ قدم إلى ٩٠٠٠ قدم/ دقيقة]. وتشير نتائجه إلى أن متطلبات الطاقة الكلية كانت أكبر مما هو وارد في منحنى سيلاج الذرة في شكل (١٦ - ٧) بحوالي ٢٥ إلى ٣٥٪ والتي قد تكون حوالي ١,١ كيلووات. ساعة/ ميجاجرام [١,٣ حصان. ساعة/ طن] عند سرعة محيطية نمطية قدرها ٣٣ متر/ ثانية [٦٥٠٠ قدم/ دقيقة] وذلك لآلة تقطيع ذات القذف المباشر. كما تحصل ريتشي[١٩] على نتائج متقاربة ومتقارنة لآلة تقطيع ذات حدافة وأخرى ذات أسطوانة القذف المباشر، بينما تحصل أيضاً على متطلبات طاقة عالية جداً لآلة تقطيع أخرى ذات حدافة.

وقد أورد هنن[١٣] نتائج على تقطيع البرسيم عند ٦٠ ٪ رطوبة لطول نظري قدره ٦ مليمتر [١/٤ بوصة] حيث تراوحت متطلبات الطاقة من ١,٥٥ إلى ٢,٣ كيلووات. ساعة/ ميجاجرام [١,٩ إلى ٢,٨ حصان. ساعة/ طن] (ولم تذكر السرعات المحيطية المستعملة). ومحتمل أن تمثل بعض نتائج هنن آلات تقطيع ذات مراوح دافعة مساعدة .

وقد كانت متطلبات الطاقة التي حصل عليها هنن لتقطيع برسيم السيلاج المنخفض الرطوبة لطول نظري قدره ٣ ملليمتر [١/٨ بوصة] وبدون استعمال شبكة إعادة القطع مشابهة للقطع بطول نظري قدره ٦ مليمتر [١/٤ بوصة]

ومستعملاً شبكة إعادة القطع. وقد تراوحت القيم من حوالي ٤ كيلووات ساعة/ ميجاجرام [٥ حصان. ساعة/ طن] عند ٤٠ إلى ٤٥٪ رطوبة إلى ٢,٥ كيلووات. ساعة/ ميجاجرام [٣ حصان. ساعة/ طن] عند ٦٠٪ رطوبة[١٣]. وفي اختبارات في ولاية وسكونسن لتقطيع خليط من البرسيم، ـ و ـ البروم على محتوى رطوبي ٤٩٪ وبطول نظري قدره ٦ ملليمتر [ $\frac{1}{4}$ بوصة] مع إضافة شبكة أو إعادة القطع بفتحات مربعة أبعادها ١٠٢ ملليمتر [٤ بوصة] فقد زاد استهلاك وقود الجرار بمقدار ٠,٢٧ كيلوجرام/ مسجا جرام [٠,٥٤ رطل/ طن]. وبغرض معامل تحويل الوقود ١,٦٥ كيلووات. ساعة/ لتر (جدود ٢ ـ ٢) وكثافة ٠,٧٢ كيلوجرام/ لتر، فإن الزيادة في متطلبات الطاقة نتيجة لوجود شبكة إعادة التقطيع تصل إلى ٠,٦٢ كيلووات ساعة/ ميجاجرام [٠,٧٥ حصان. ساعة/ طن].

وتقل متطلبات الطاقة الكلية لكل طن لتقطيع الأعلاف بعض الشيء بزيادة معدل التغذية (المنحنى هـ في شكل ١٦ ـ ٥) وذلك أساساً بسبب استقلال قدرة دفع الهواء وبعض متطلبات القدرة البسيطة عن معدل التغذية .

## ١٦ ـ ١٤ سعة آلات التقطيع الحقلية

سعة آلة التقطيع الحقلية تحدد بسعة نظام التغذية، مقدار القدرة المتاحة، مقدرة الرأس القاطع والمروحة على تقطيع وتداول المادة أو بعض العوامل الأخرى .

والسعة القصوى النظرية لنظام التغذية تكون دالة لمساحة مقطع زور آلة التقطيع (المعرف في قسم ١٦ ـ ٥)، معدل تقدم المادة خلال زور الآلة (عادة يمكن اعتباره مساوٍ للسرعة الخطية لنظام التغذية)، وكثافة العلف أثناء مروره بين بكرات التغذية . ويمكن التعبير عن السعة النظرية بالميجاجرام في الساعة [ طن / الساعة ] بالعلاقة :

$$T_t = 6.000 \times 10^{-9}\ D\ A\ L\ N\ R \quad (٣ - ١٦)$$

$$[\ T_t = 1.736 \times 10^{-5}\ D\ A\ L\ N\ R$$

حيث :

D = كثافة العلف أثناء مروره بين بكرات التغذية، بالكيلوجرام لكل متر مكعب [رطل لكل قدم مكعب].

A = مساحة زور الآلة، بالسنتيمتر المربع [بوصة مربعة].

L = الطول النظري للقطع، بالملليمتر [بوصة].

N = عدد السكاكين على الرأس القاطع.

R = سرعة الرأس القاطع، باللفة في الدقيقة.

إن سعة التشغيل القصوى الحقيقية لنظام التغذية تكون عادة أقل بعض الشيء من السعة القصوى النظرية، وذلك نظراً لصعوبة الحفاظ على معدل تغذية منتظم. . ولقد اقترح ذوي الاختصاص اعتبار السعة (عند كفاءة حقلية ١٠٠٪) بأن تؤخذ ٧٠٪ من السعة القصوى النظرية عند تقطيع الدريس[١].

والأبعاد النمطية لزور آلة التقطيع للعديد من النماذج الحالية تتوفر بعرض ٤٣٠ إلى ٥٨٥ ملليمتر [١٧ إلى ٢٣ بوصة] وبارتفاع من ١١٥ إلى ١٦٥ ملليمتر [$٤\frac{١}{٢}$ إلى $٦\frac{١}{٢}$ بوصة]. وتتراوح مساحات مقاطع زور الآلة من ٤٢٠ إلى ٩٧٠ سنتيمتراً مربعاً [٦٥ إلى ١٥٠ بوصة مربعة] بينما المساحات الأكثر شيوعاً هي من ٦٨٠ إلى ٨١٠ سم$^{٢}$ [١٠٥ إلى ١٢٥ بوصة مربعة]. وتحدد سرعة نظام التغذية بعدد السكاكين على الرأس القاطع، سرعة الرأس القاطع وطول القطع النظري المطلوب. كما أن تقليل سرعة نظام التغذية للحصول على قطعات أقصر يقلل من سعة نظام التغذية.

ويكون عامل الكثافة أساساً دالة لنوع المادة ومحتواها الرطوبي ، ولكنه يتأثر أيضاً بالطريقة التي تدخل بها المادة إلى نظام التغذية، وأيضاً ضغط بكرات التغذية، وقد لا تكون كثافة التغذية الفعالة لمادة معينة مشابهة لكثافة التخزين وأنها تتغير بعض الشيء لمختلف الآلات. ويمكن تحديدها بصورة أحسن بإجراء اختبارات سعة حقيقية على الآلة أو الآلات موضع الاختبار . وتشير نتائج الأبحاث التي أجريت في محطة الاختبارات الزراعية في وسكونسن أن الكثافات الفعالة المتوسطة هي ٣٤٠ كيلوجرام/ متر مكعب[ ٢١ رطل/ قدم مكعب] لذرة السيةج الأخضر، و ٦٥ كيلوجرام/ متر مكعب [٣,٥ رطل/ قدم مكعب] للدريس عند ٢٦٪ محتوى رطوبي وهي قيم مقبولة[(١)،(٣)] .

وقد تكون سعة نظام التغذية هي العامل المحدد عند عمل قطع صغيرة من مادة خفيفة مثل تقطيع الأعشاب أو بقول السيلاج عند محتوى رطوبي منخفض وبطول نظري قدره ٦ ملليمتر [$\frac{1}{4}$ بوصة]. ولكن عند تقطيع ذرة السيلاج بطول نظري قدره ١٣ ملليمتر [$\frac{1}{2}$ بوصة] فإن القدرة المتاحة قد تكون هي العامل المحدد .

## تداول الأعلاف المقطوعة

عادة يتم تجميع الأعلاف المقطعة من آلة التقطيع في ناقلات أعلاف ذاتية التفريغ حيث تجر خلف آلة التقطيع . وعند مكان التخزين تفرغ الناقلة المواد بمعدل محكم في مروحة دافعة للأعلاف . ومع وجود آلات التقطيع التي تستطيع أن تحصد أكثر من ميجاجرام في الدقيقة، فإن تداول المواد يصبح ذا سمة هامة لنظام التقطيع الخلفي. ولأداء العملية بكفاءة عالية، فإنه يجب أن يتلاءم عدد وسعات الناقلات وكذلك سعة المروحة مع سعة آلة التقطيع. وشبك وفك الناقلات خلف آلة التقطيع كل ١٠ ـ ١٥ دقيقة يمكن أن يقلل الكفاءة الحقلية لدرجة كبيرة .

### ١٦ ـ ١٥ ناقلات الأعلاف

تحتوي ناقلات الأعلاف ذاتية التفريغ النمطية على جهاز ناقل فوق قاعدتها وهو عبارة عن جرايد متصلة ببعضها عن طريق جنزيرين لتحريك المواد إلى مقدمة الناقلة حيث يستقبلها ناقل آخر هو عبارة عن مجموعة أخرى مستعرضة من الجرايد والجنازير وهذا النوع من الناقلات يسود استخدامها لتداول المواد المقطعة. وقد تستعمل البريمات والسيور في بعض الأحيان. كما توجد مجموعة رأسية من المضارب الدوارة التي تحتوي على سنتين أو ثلاثة أسنان لتسهيل وانتظام حركة المواد على الناقل المستعرض. ويقوم الناقل

العرضي هذا بتوصيل المادة المقطعة إلى حوض خاص بناقل أو سير رافع عند مكان التخزين. وعند توصيل الناقل المستعرض بامتداد قصير مائل إلى أعلى، فإنه يمكن استخدام الناقلة لتوزيع محتوياتها في مداول تغذية الحيوانات أثناء جرها خلف الجرار.

ولمنع الفواقد الكثيرة من المواد المقطعة والتي قد تحدث أثناء التحميل أو النقل، فعادة ما تغطي ناقلات الأعلاف أو قد يتوفر لها تركيبات غطائية. ومعظم السعات الحجمية لهذه الناقلات تتراوح بين ٨,٥ إلى ٢١ متراً مكعباً [٣٠٠ إلى ٧٥٠ قدم مكعب]. ويوجه للعديد منها وحدات تشغيل عكسية على سير القاعدة لتسمح بتفريغ مختلف المواد مثل البالات المختلطة والغير منتظمة والمحملة على الناقلة من قاذفات البالات. كما يمكن جمع كيزان الذرة من آلة تجميع الذرة الحقلية في ناقلة الأعلاف وتفريغها عن طريق السير العرضي .

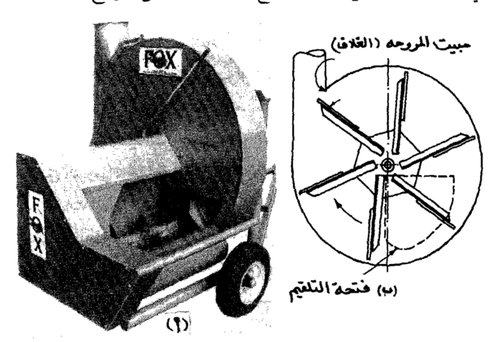
وعادة يتم تشغيل سير القاعدة الناقل أو المضارب عن طريق عمود الإدارة الخلفي في الجرار. ويحتاج سير القاعدة لضبط سرعته للتحكم في معدل التفريغ. والسرعات النمطية له هي من ٠,٣ إلى ١,٥ متر/ الدقيقة [١ إلى ٥ قدم/ دقيقة]. وتستعمل العديد من نظم تغيير السرعة والتي تشتمل على صناديق التروس، سقاطة الإدارة، السيور المتغيرة السرعة، العجلات المسننة، والموتورات الهيدروليكية. ويسود استخدام صناديق التروس لتغيير السرعات. وتعطي سقاطة الإدارة وسيلة سهلة للحصول على تخفيض كبير وضبط للسرعة. ولكن ينتج عنها حركة متقطعة، كما تتولد عنها قوى كبيرة. ومع أي نظام يستخدم قد يجري تعديل أو تغيير للسرعة ليتلاءم معدل التفريغ مع سعة المروحة الدافعة وذلك بتغيير سرعة محرك الجرار.

ومن المرغوب فيه وجود وصلات تلسكوبية لتسهل الشبك بمؤخرة آلة التقطيع. فهذه الوسيلة تسمح بأن يعمل رجل واحد على رفع مزلاج ومد الوصلة

حسب الطلب لاتمام الشبك والتوصيل وذلك بدون عمل المناورات وتدقيق موضع الآلة المقطورة. وبعد الشبك يتراجع العامل بالآلة للخلف قليلاً حتى يحكم القفل على الوصلة التلسكوبية في موضعها .

## ١٦ - ١٦ المراوح الدافعة للأعلاف

من الشائع استخدام المراوح الدافعة للأعلاف لتداول المواد المقطعة وذلك لبساطتها والثقة في الاعتماد عليها وسعاتها العالية. وتتكون المروحة الدافعة للأعلاف أساساً من صندوق أو حوض تغذية وناقل لتلقيم المادة إلى المروحة الدافعة والمشابهة للوحدات الموجودة على بعض آلات التقطيع الحقلية. وتعتمد المروحة الدافعة - قبل أي شيء - على فعل قذف الريش عن اعتمادها على سرعة الهواء. وتحتوي المروحة على عدد صغير من الريش، فهي عادة ٣ أو ٤ على آلات التقطيع الحقلية و ٦ على مراوح الأعلاف .




شكل ١٦ - ٨ (أ) مروحة دافعة للعلف بحوض قصير. معظم الوحدات لا يوجد لها لوح ضبط للتحكم في مقاس فتحة التغذية.

(ب) رسم تخطيطي للمروحة الدافعة. (Courtesy of kochring Farm Equipment)

وغلاف المروحة مركزي حيث يتسع بخلوص بينه وبين الريش بمسافة لا تزيد عن ٣ ملليمتر [ $\frac{١}{٨}$ بوصة].

وتعتبر صناديق أحواض التغذية القصيرة المزودة بالناقلات البريمية (شكل ١٦ ـ ٨) هي الأكثر انتشاراً على النماذج الحالية. ويناسب هذا الحوض التفريغ من الناقل المستعرض الأمامي على ناقلات الأعـلاف. كما أن المـراوح ذات الأحواض الدائرية التي بقطر ٩١٥ ملليمتر [٣٦ بوصة] وناقل التلقيم ذو الطاولة الدوارة والسرعـة العاليـة قد أصبحت متـوفرة في عـام ١٩٧٠. ويكون لبعض المراوح الدافعة للأعلاف طاولـة ناقلة للتلقيم ومـائلة لأعلى من نوع الجـرايد ـ و ـ الجنـزير، وبـطول من ٢,٧ إلى ٣,٧ متراً [٩ إلى ١٢ قـدم] حيث تلقم المواد إلى بريمة الحوض. وتعتبر طاولات التلقيم الطويلة ضرورية في حالات التفريغ الخلفي من ناقلات الأعلاف التي بدون السيـر الناقـل العرضي. وقـد كانت القاعدة قبل انتشـار ناقـلات الأعلاف ذات السيـور الناقلة العـرضية هي استخـدام طاولات التلقيم الـطويلة حيث تلقم المواد مبـاشـرة إلى المـروحـة الدافعة .

وعموماً تصمم المـروحة الـدافعة لـلأعلاف لتعـطي السرعـة المحيطيـة المطلوبة عند توصيليها مباشرة مع عمةد الإدارة الخلفي للجرار والذي سرعتـه ٥٤٠ لفـة/ دقية. ويكـون للبعض منها وسـائل إدارة مسـاعدة مثـل العجلات المسننة والجنزير والتي تأخذ حركتها من محور إضـافي وذلك لأعمـدة الإدارة الخلفية ذات السرعة ١٠٠٠ لفة/ دقيقـة، أو للسماح بـزيادة سـرعة المـروحة الدافعة. ويتراوح قطر المروحة الدافعة من ١١٩٠ إلى ١٤٢٠ ملليمتر [٤٧ إلى ٥٦ بوصة] وسرعات محيطية من ٣٤ إلى ٤٠ متر / الثانية [٦٧٠٠ إلى ٧٩٠٠ قدم/ دقيقة] عند سرعة ٥٤٠ لفة/ دقيقة. وعادة ما تكون الريش قطرية وتميل للخلف حـوالي من ٥ إلى ١٠°. ومعظم مـواسيـر التصـرف ذات أقـطار ٢٢٩

ملليمتر [٩ بوصة]. وتتراوح السعات المقدرة للنماذج الكبيرة بين ٥٥ إلى ٩٠ ميجاجرام [٦٠ إلى ١٠٠ طن] على الأقل من ذرة السيلاج في الساعة، وأكبر من ذلك بمقدار الثلث أو النصف للدريس الجاف.

إن الاتجاه نحو زيادة استعمال الأعشاب وسيلاج البقوليات المنخفضة الرطوبة قد أثر على تصميم المراوح الدافعة للأعلاف وذلك أساساً بسبب المشاكل الناتجة عن المخلفات الصمغية من هذه المواد. ويوجد لبعض أحواض التلقيم القصيرة أسطح تتذبذب لتحسن من انتظام انسياب المواد إلى البريمة الناقلة. كما يوجد للعديد من النماذج توصيلات لخراطيم تسمح برش الماء على ريش المروحة أثناء التشغيل مع سيلاج عند رطوبة منخفضة.

### ١٦ ـ ١٧ حركة المواد المقطعة في المروحة الدافعة

عندما تتلامس قطع الأعلاف التي دخلت إلى غلاف المروحة مع ريشة المروحة فسرعان ما تكتسب عجلة تسارع إلى أن تصل إلى السرعة الزاوية للريشة. وتتسبب القوة الطاردة المركزية عندئذٍ في تحرك قطع الأعلاف إلى الخارج على سطح الريشة حتى تتلامس مع محيط مبيت المروحة من الداخل، ومن ثم تخرج مباشرة إلى فتحة الخروج. وإذا لم تصل قطعة العلف إلى طرف الريشة عند مرور الريشة على نقطة الخروج، (شكل ١٦ ـ ٨ ب) فيجب على قطعة العلف هذه أن تعمل دورة أخرى، منزلقة على سطح غلاف المروحة، وتزداد بذلك فواقد الاحتكاك قبل أن يمكن تصريفها للخارج.

وكما أشير في قسم ١٦ ـ ١١ فإن الاحتكاك على سطح الغطاء يمكن أن يمثل مكونة طاقة كبيرة. وللحصول على أحسن أداء للمراوح الدافعة للأعلاف، فإنه يجب ضبط موضع فتحة التلقيم لتقليل فرص مرور قطع الأعلاف على فتحة الخروج بدون تصرفها للخارج، وأيضاً لتقليل مسافة الإنزلاق على المحيط الداخلي للغطاء قبل وصول قطعة العلف إلى

المخرج. . . . فتحديد أحسن موضع لفتحة مدخل التلقيم بالنسبة للمخرج يمكن التوصل إليه إذا ما أمكن معرفة أو التنبؤ بمسارات قطع الأعلاف على ريش المروحة .

وقد قدم توتنوميليير(٢٢) معادلات عامة لإزاحة وسرعة قطعة العلف على ريشة المروحة والتي قد توصل إليها كامبف Kampf . وتطبق هذه المعادلات على الريش القطرية أو المنبسطة المائلة وتشتمل على تأثير الاحتكاك بين قطعة العلف والريشة. وقد أهملت تأثيرات الجاذبية كما افترض أن حركة قطعة العلف على الريشةُ لا تتأثر بحركة الهواء وأن العجلة الابتدائية لسرعة الريشة لا تؤثر على مسار قطعة العلف. وتظهر المعادلات المبسطة للريش القطرية. على فرض أن السرعة القطرية لقطعة العلف مساوية للصفر عند التلامس الابتدائي بالريشة، وإنها في الحال تكتسب عجلة تسارع لتصل إلى السرعة الزاوية للريشة ، كما يأتي(٢٢) :

$$\frac{r}{r_0} = \frac{Ae^{B\theta} - Be^{A\theta}}{A - B} \qquad (١٦ - ٤)$$

$$V_r = r_0\,\omega \frac{e^{A\theta} - e^{B\theta}}{A - B} \qquad (١٦ - ٥)$$

حيث :

$r_0$ = نصف قطر التلامس الابتدائي بين قطعة العلف والريشة .

$\theta$ = زاوية دوران المروحة بعد نقطة التلامس الابتدائية عند $r_0$ بالتقدير الدائري .

$r$ = المسافة القطرية إلى قطعة العلف عند الزاوية الدورانية .

$V_r$ = السرعة القطرية لقطعة العلف بالنسبة للريشة عند الزاوية الدورانية .

$\omega$ = السرعة الزاوية للمروحة الدافعة .

$e$ = أساس اللوغاريتم الطبيعي .

$A = -\mu + \sqrt{\mu^2 + 1}$ و $B = -\mu - \sqrt{\mu^2 + 1}$

$\mu$ = معامل الاحتكاك الإنزلاقي بين قطعة العلف والريشة .

وتعتبر هذه المعادلات دقيقة لدرجة معقولة للريش التي تميل بدرجة بسيطة عن الاتجاه القطري[٢٢]. يلاحظ أن النسبة $\frac{r}{r_0}$ تكون مستقلة عن السرعة الدورانية للمروحة ومعدل التغذية. والزاوية النظرية للدوران $\theta_f$ المطلوبة لقطعة العلف لتصل إلى محيط غلاف المروحة أو طرف الريشة. والسرعة القطرية $V_f$ عندما تصل القطعة إلى طرف الريشة يمكن تعيينها وذلك من المعادلات ١٦ ـ ٤ و١٦ ـ ٥ باعتبار $r$ مساوية لنصف قطر غلاف المروحة $r_f$، $\theta$ مساوية لـ $\theta_f$ و $Vr$ مساوية لـ $V_{rf}$ .

وعلى فرض قيمة $\mu$ تساوي ٠,٧ والتي تعتبر معقولة للسيلاج الأخضر، فإن القيم المحسوبة للزاوية $\theta_f$ (محولة من التقدير الدائري) هي ١٠٢° وذلك لـ $r_0 = 0.5\ r_f$، ٦٤° لـ $r_0 = 0.7 r_f$ و ٣٠° لـ $r_0 = 0.9 r_f$ . والقيم المقابلة للزاوية $\theta_f$ عند $\mu = 0.3$ هي ٨٦°، ٥٥° و ٢٨°.

وتشير القيم المحسوبة للزاوية $\theta_f$ إلى وجود مقدار قليل من قطع الأعلاف المارة على فتحة التصرف بدون أن تخرج منها وذلك على المواضع العادية لفتحات التلقيم للمراوح الدافعة الحالية (شكل ١٦ ـ ٨ ب) ولمعظم أنواع آلات تقطيع الأعلاف. وفي مجاميع من الاختبارات على البرسيم الأخضر، قد أكد التصوير السينمائي السريع على صحة هذا الافتراض. كما تسبب القطع

الطويلة من الدريس مشاكل أكثر عن القطع القصيرة فيما يختص بعملية مرور القطع على فتحة التصرف بدون خروجها منها، وفي بعض الأحيان تتشابك على طرف الريشة مما يخلق ظروف صعبة من انحشار المواد أثناء حملها حول الغلاف بعد نقطة التصرف. وقبل عام ١٩٦٠ كان للعديد من المراوح الدافعة للأعلاف فتحات تلقيم متمركزة عرضياً تحت محور المروحة قليلاً. وقد كانت مشكلة حمل المواد المقطعة دون خروجها تمثل مشكلة خطيرة وملازمة للآلات عن ما هو موجود في الآلات الحالية .

وإذا تحررت قطعة الأعلاف مباشرة إلى داخل فتحة التصرف بدون أي تصطدم بالغلاف فإن اتجاه التصرف وعلاقته بمحور ماسورة التصرف يتحدد باتجاه محصلة السرعة $V_{rf}$ والسرعة المماسية لطرف الريشة وبزاوية المروحة بالنسبة إلى محور المخرج عندما يحدث التصرف . وطبقاً للعلاقة التي طورت بواسطة تشانلر[٦] فإن تصادم قطع الأعلاف الخارجة على زاوية بين ٢٠ إلى ٣٠° من محور ماسورة التصرف يتسبب عنه فقد بين ٥٠ إلى ٧٠٪ من الطاقة الحركية لقطع الأعلاف عندما يكون معامل الاحتكاك ٠,٦ .

## ١٦ ـ ١٨ تأثير الرفع

عموماً يمكن الفرض بأن المواد المقطعة تترك ريش المروحة بمركبة سرعة مماسية مساوية تقريباً للسرعة المحيطية للمروحة. ونظرياً، إذا لم توجد مقاومة للهواء أو احتكاك مع الماسورة، فإن المادة التي تترك ريش المروحة عند سرعة رأسية V سوف تأخذ في الصعود إلى ارتفاع $h = V^2/2g$ . والارتفاعات المتحصل عليها حقيقة أقل بكثير من الارتفاعات النظرية بسبب الاحتكاك والسحب الديناميكي ـ الهوائي على المواد، وبسبب أن المادة يجب أن تحتوي على قدر كاف من الطاقة عند القمة لتستمر في الحركة لتدور حول الماسورة المقوسة لتتجه إلى صندوق التخزين .

وتحدث إعاقة لقطع الأعلاف بعضها البعض في الماسورة إذا كانت

السرعة المحيطية لارتفاع معين قليلة جداً. بينما التشغيل عند سرعات أكبر مما يحتاج إليها للارتفاع ينتج عنه زيادة شديدة في متطلبات القدرة. وبناءً على الاختبارات التي أجريت على تخزين علف الذرة في السيلو، بآلات تقطيع لها رؤوس قاطعة بحدافات، فقد أوصى دفي[١١] بسرعات محيطية تمثل ٤٠٪ من كفاءة الرفع (أي أن الارتفاع الحقيقي = ٤٠٪ من الارتفاع النظري) .

ويبين المنحنى المتقطع في شكل (١٦ ـ ٧) العلاقة بين السرعة الموصى بها والارتفاع الحقيقي الذي تصل إليه قطع الأعلاف. وتشير الخبرة الحقلية إلى أن أقل سرعات محيطية لدفع الأعشاب/ بقوليات يجب أن تكون حوالي ١٥٪ أكبر مما هو مطلوب لذرة السيلاج. وعندما تستعمل المراوح الدافعة لدفع المواد في مخازن الأعلاف، فإن السرعة النهائية للمواد الخارجة من ماسورة التصرف المقوسة يجب أن تكون كبيرة بالقدر الكافي لحمل المواد إلى الجانب البعيد المقابل من المخزن .

وقد قام توتن وميلير[٢٢] بملاحظة نمط وشكل سريان المواد، سرعات المواد وضغوط الهواء عند ٤ مستويات حتى ارتفاع ٢٠,٧ متراً [٦٨ قدم] في ماسورة رأسية عند نقل البرسيم الأخضر المقطع بطول نظري قدره ٣٨ ملليمتر [$1\frac{1}{2}$ بوصة]. وقد وجد أن معظم النقص في الطاقة الكلية في تيار الهواء والأعلاف (حركية + وضع + ضغط هواء) يحدث في أول ٦,١ متراً والسفلى من الماسورة، وأساساً بسبب الاحتكاك بين المواد المقطعة والجزء السفلي من ماسورة النقل . وهذه الملاحظة تتمشى مع تنبؤات تشانسلر Chanceller عن الفواقد الكبيرة من التصرف الغير محوري في ماسورة النقل (قسم ١٦ ـ ١٧). وإن حوالي ٥٥٪ من السرعة الابتدائية قد تبقى عند مستوى ٧ متر [٢٣ قدم] فوق محور المروحة بينما تبقى من ٣٨ إلى ٤٦٪ منها عند مستوى ٢٠,٧ متراً [٦٨ قدم].

وقد قام تشانسلر ولاديوك [٨] بتحليل حركة قطع الأعلاف في الموجه

المقوس المركب على ماسورة التصرف ، وقد توصلوا إلى أن أكثر من ٥٠٪ من الطاقة الحركية لقطع الأعلاف تفقد ـ عادة ـ في الموجه العلوي إذا كان على هيئة كوع بزاوية ٩٠°. وفي كثير من الحالات فإن حدود سعة المروحة الدافعة قد تتحدد بخصائص الموجه العلوي والذي قد يساهم في انسداد ماسورة التصرف . وقد اقترحا عدة احتمالات لتحسين تصميم موجه الأعلاف .

وعموماً، فإن سرعة الهواء في ماسورة التصرف تكون أقل من سرعة الحبيبات الصلبة التي تترك ريش المروحة[٢٠]. ولذلك فإنه ـ على الأقل ـ أثناء حركة الجزء السفلي من الحركة إلى أعلى فأن تيار الهواء يمتص طاقة من الحبيبات الصلبة. وبتباطؤ حركة الحبيبات نتيجة لتأثيرات الجاذبية، والاحتكاك، والسحب الديناميكي الهوائي، فإن سرعتها في الجزء العلوي من الماسورة قد تصبح أقل من سرعة الهواء. وبالتالي سوف تنتقل الطاقة إلى الحبيبات الصلبة، مما ينتج عنه تأثير النقل الهوائي.

وقد استنتج تشانسلر[٧] معادلات للارتفاع مع الوقت لحبيبات تتحرك إلى أعلى في ماسورة رأسية آخذاً في الاعتبار العلاقات بسرعة الحبيبات الأكبر أو الأقل عن سرعة الهواء مع إهمال الاحتكاك بين الحبيبات الصلبة والماسورة. ولقد طور طريقة لحساب التأثير الذي يحدثه انتقال الطاقة بين الهواء والجزئيات الصلبة على ضغط الهواء الاستاتيكي المطلوب عند مخرج المروحة لمختلف معدلات تصرف الهواء. وقد بحث بالتحليل الرياضي تأثيرات معدل التغذية ، سرعة المروحة الدافعة (السرعة الابتدائية للحبيبات) قطر الماسورة وطول الماسورة وذلك على فرض تعليق الحبيبة أو سرعة نهائية قدرها ٥,٢ متر/ الثانية [١٧ قدم/ ثانية].

وقد انتهى تشانسلر إلى أنه تحت معظم الظروف تمنح المادة الصلبة طاقة إلى تيار الهواء، وبذلك تتباطأ المواد الصلبة ويقل الضغط الاستاتيكي المطلوب

عند المروحة (غالباً إلى قيم سالبة). إن الغرض الأساسي من تيار الهواء هو تقليل تأثير مقاومة الهواء على سرعة الحبيبات الصلبة. وتبين الحسابات أن لسرعة الهواء في الماسورة تأثير ملحوظ على سرعة الحبيبات الصلبة عند قمة الماسورة. إن إعاقة مدخل المروحة جزئياً إما بالمواد التي تلقم إليها أو عن طريق بوابة يمكن ضبطها يقلل من ارتفاع الصعود، وذلك عند سرعة مروحة معينة . كما أن استعمال ماسورة تصرف كبيرة جداً بالنسبة لعلاقتها بحجم المروحة وفتحة الدخول يقلل من سرعة الهواء ويؤثر بشدة على القدرة على الصعود. أما استخدام ماسورة صغيرة جداً فإنه يزيد من فواقد الاحتكاك.

**١٦ ـ ١٩ متطلبات الطاقة والكفاءات**

إنه بتحرك أي حبيبة خلال المروحة الدافعة، فيكون متطلباً قدراً من الطاقة حيث تستهلك (أ) بسبب التصادم الابتدائي للحبيبة على ريشة المروحة. (ب) لاكساب الحبيبة عجلة على طول الريشة من نقطة التصادم الابتدائية وحتى طرف الريشة ، (جـ) للحفاظ على السرعة الدورانية للريش عند اصطدام الحبيبة بمحيط غلاف المروحة و (د) للتغلب على الاحتكاك أثناء انزلاق الحبيبة على محيط غلاف المروحة[٢٢].

إن الكفاءة النظرية (وهي الطاقة الحركية للحبيبة التي تترك الريشة مقسومة على الطاقة الداخلة للحبيبة) للحبيبات التي تدخل مخرج المروحة بدون أن تلمس الغلاف تكون ٥٠٪[٢٢]. وتمثل هذه القيمة أقصى كفاءة يمكن الحصول عليها مع المراوح الدافعة ذات الريش القطرية. وتتعرض الحبيبات التي تتلامس مع غلاف المروحة إلى فواقد إضافية من (جـ) و (د) كما ورد أعلاه. وفقد الاحتكاك نتيجة للانزلاق على طول محيط الغلاف مبين بالمعادلة ١٦ ـ ١. ويمكن أن يسبب تكديس الحبيبات بين ريش المروحة والغلاف. وخاصة مع الأعشاب والدريس الناضج، زيادة معنوية لفواقد الاحتكاك.

وعملياً، فإن كفاءات المراوح الدافعة كما عرفت سابقاً عادة ما تكون بين ٢٥ إلى ٣٠٪[١٧] .

وتزداد متطلبات القدرة الكلية بمعدلات متزايدة مع السرعة، وذلك لأن كل مكونات القدرة الرئيسية (تحريك الهواء، احتكاك، والطاقة الحركية) نظرياً تتغير مع مربع أو مكعب السرعة المحيطية (نوقشت في قسم ١٦ ـ ٩، ١٦ ـ ١١، و١٦ ـ ١٢). فقد عين دفورست[١٠] متطلبات القدرة في عام ١٩٤٧ م لمروحة دافعة ذات ثماني ريش لرفع سيلاج الذرة عند سرعات محيطية من ٣٠ إلى ٦١ متراً/ الثانية [٦٠٠٠ إلى ١٢,٠٠٠ قدم / دقيقة]. فبزيادة السرعة من ٣٥,٦ متراً/الثانية إلى ٤٥,٧ متراً/ الثانية [٧٠٠٠ قدم/ دقيقة إلى ٩٠٠٠ قدم/ دقيقة] قد زادت متطلبات الطاقة من ٠,٤٥ كيلووات. ساعة/ ميجاجرام إلى ٠,٧٠ كيلووات. ساعة/ ميجاجرام [٠,٥٥ إلى ٠,٨٥ حصان ـ ساعة/ طن]. وقد تحصل سميث[٢١] على متطلبات طاقة مثل ٠,٧٨ و ١,١١ كيلووات ـ ساعة/ ميجاجرام [٠,٩٥ و ١,٣٥ حصان. ساعة/ طن] عند سرعات ٣٥,٦ و ٤٣,٢ متر/ الثانية [٧٠٠٠ و ٨٥٠٠ قدم/ دقيقة]. على الترتيب مع اثنتين من المراوح الدافعة ذات أربعة ريش (قطرية) عند رفع أعلاف من الأعشاب/ البقول بمعدل ٢٤,٥ ميجاجرام/ الساعة [٢٧ طن/ الساعة] والتي محتواها الرطوبي ٥٣٪ .

وتعلن الشركات عن السعات ومستويات القدرة الموصى بها للنماذج الحالية من المراوح الدافعة حيث تعطي قيماً للسعة القصوى والطاقة النوعية في مدى القيم التي تحصل عليها دفورست. وعموماً، فإن متطلبات الطاقة لكل ميجاجرام من المادة تزداد عندما يقلل معدل التغذية، وهي أكبر في حالة الأعشاب وسيلاج البقول المنخفض الرطوبة عن السيلاج الأخضر.

وتعتبر الكفاءات الكلية للمراوح الدافعة للأعلاف منخفضة بالمقارنة

بوسائل النقل الميكانيكية. فبفرض سرعة محيطية قدرها ٣٥,٦ متر/ الثانية [٧٠٠٠ قدم/ الدقيقة] وارتفاع صعود عملي قدره ٢٤,٤ متراً (٨٠ قدم) لذرة السيلاج عند هذه السرعة (شكل ١٦ ـ ٧)، ومتطلب طاقة ٠,٥٨ كيلووات ـ ساعة/ ميجاجرام (٠,٧ حصان ـ ساعة/ طن) فإن الكفاء الكلية المحسوبة هي ١١,٦٪.

# مراجع

1 - BARRINGTON, G.P.,O.I BERGE, and F.W. DUFFEE, Hay harvesting machinery - forage harvester studies )mimeographed). University of Wisconsin Project 406, 1953 and 1954.

2 - BARRINGTON, G.P.O.I. BERGE. and M.F. FINNER. Effect of using a recutter in a cylinder type forage harvester chopping low moisture grass silage. grass silage. Trans ASAE, 14(2):232 - 233, 1971.

3 - BERGE, O.I.Design and performance characteristics of the flywheel - type forage - harvester cutterhead. Agr. Eng. ,32:85 - 91, Feb., 1951.

4 - BLEVINS, F.Z. Some of the component power requirements of field - type forage harvesters. Unpublished thesis. Purdue University, 1954. (SEE also Agr. Eng., 37:21 - 26, 29, Jan., 1956).

5 - BOCKHOP, C.W., and K.W. BARNES. Power distribution and requirements of a flailtype forage harvester. Agr. Eng., 36:453 - 457, July, 1955.

6 - CHANCELLOR, W. J. Influence of particle movement on energy losses in an impeller blower. Agr. Eng. 41:92 - 94, Feb., 1960.

7 - CHANCELLOR, W. J. Relations bettween air and solid particles moving upward in a vertical pipe. Agr. Eng. 41:168 - 171, 176, Mar., 1960.

8 - CHANCELLOR , W. J., and G.E. LADUKE Analysis of forage flow in a deflector elbow. Agr. Eng. 41:234 - 236, 240, Apr., 1960.

9 - COWAN, A.M.K.K. BARNES. and R.S.ALLEN. Evaluation of shredded legumegrass silage. Agr. Eng. 38:588 - 591, 605, 1957.

10 - DEFOREST, S. S. The development of a high speed drag type elevator for chopped forage. Unpublished thesis. lowa State University, 1947.

11 - DUFFEE, F.W. Ensilage cutters. CREA Handbook . Committee on the Relation of Electricity to Agriculture, Chicago, ILL., Mar. 5., 1930.

12 - FINNER, M.F. Harvesting and handling low - moisture silage. Trans. ASAE, 9(3):377 - 378, 381, 1966.

13 - HENNEN,.J.J. Power requirements for gorage chopping ASAE Paper 71 - 145, 1971.

14 - HULL, D. O., and A.M. COWAN, Jr. Development of the flail forage harvester . Lowa Agr. Ext. Mimeo 850, Dec., 1956.

15 - LILGEDAHL, J. B., G.L. JACKSON, R.P. DeGRAFF. and M.E.S-CHROEDER. Measurement of shearing energy. Agr. Eng. 42:298 - 301,June 1961.

16 - MASCAL, J. A.A. comparison between the performance of simple and «double - chop» Flail forage harvesters. J. Agr. Eng. Res. , 7:241 - 247, 1962.

17 - PETTENGILL, D. H., and W. F. MILLIER . The effects of certain design changes on the efficiency of a forage blower. Trans. ASAE, 11(3):403 - 406, 408, 1968.

18 - RANEY, J.P. , and J.B. LILJEDAHL. Impeller blade shape affects forage blower performance . Agr. Eng. 38:722 - 725, Oct., 1957.

19 - RICHEY, C.B. Discussion on «energt requirements for cutting forage», Agr. Eng. 39:636 - 637, Oct, 1958.

20 - SEGLER, G. Calculation and design of cytterhead and silo blower . Agr. Eng. ,32:661 - 663, Dec., 1951.

21 - SMITH, H.K.A. preliminary study of performance characteristics of four commercial forage blowers. Unpublished thesis. Purdue University, 1956.

22 - TOTTEN, D.S. , and W.F. MILLIER. Energy and particle path analysis: forage blower and vertical pipe, Trans, ASAE, 9(5):629 - 639, 640, 1966.

23 - TRIBELHORN, R.E., and J.L.Smith. Chopping energy of a forage harvester . Trans. ASAE, 18(3):423 - 426, 430, 1975.

24 - ZIMMERMAN, M. Harvesting the hay crops - chopped materials. Implement and Tractor, 79(9):20 - 22, 44, Apr. 7, 1964.

## مسائـــل

١٦ ـ ١ : إذا كان الرأس القاطع الاسطواني لآلة تقطيع أعلاف ذات القذف المباشر يحتوي على ٦ سكاكين وبقطر ٤٦٠ مليمتر، والسرعة المحيطية ٣٠ متر/الثانية، ومقاس الزور هو ٥٠ × ١٤ سنتيمتراً. فإذا أريد تقطيع الذرة بطول نظري قدره ١٣ مليمتراً: ـ

أ ـ احسب السرعة الخطية لنظام التغذية.

ب ـ السعة المقدرة بالميجاجرام في الساعة عند ١٠٠ ٪ كفاءة حقلية.

(افرض أن السعة المقدرة : ٧٠ ٪ من القيمة القصوى النظرية).

جـ ـ احسب متطلب القدرة الكلي عند السعة المقدرة، موضحاً أساسيات التقدير.

١٦ ـ ٢ : استنتج المعادلة ١٦ ـ ١.

١٦ ـ ٣ : إذا كانت القدرة الكلية الداخلة إلى الرأس القاطع على آلة تقطيع أعلاف حقلية تدار عن طريق عمود الإدارة الخلفي هي ٢٢ كيلووات، والطول النظري للقطع هو ١٣ مليمتر، وكان تقسيم القدرة كما يلي : قطع ـ ٤٠ ٪، إكساب المادة المقطعة عجلة تسارع ـ ٢٠ ٪، احتكاك المواد المقطعة بالغلاف ـ ٢٥ ٪، دفع الهواء ـ ١٥ ٪، فإذا زادت سرعة محرك الجرار بمقدار ١٠ ٪ (وبالتالي تزداد السرعة الأمامية وسرعات جميع مكونات آلة التقطيع) فما هو:

أ ـ القدرة الكلية الداخلة الجديدة إلى الرأس القاطع.

ب ـ الطول النظري للقطع الجديد.

١٦ ـ ٤:

أ ـ مروحة دافعة للأعلاف بقطر ١٢٠٠ مليمتر تستعمل لرفع ذرة إلى ارتفاع ٢١ متراً. طبقاً لتوصيات (دفي) ما هي أقل سرعة للمروحة باللفة/دقيقة؟

ب ـ ما هي التأثيرات الأساسية للتشغيل عند سرعة أكبر مما هو ضروري؟ وما هي التأثيرات عند التشغيل على سرعة منخفضة جداً؟

١٦ ـ ٥: احسب الكتلة والحجم (بالسنتيمتر المكعب) لذرة السيلاج على كل ريشة من ريش المروحة الدافعة التي تحتوي على ٦ ريش والتي تعمل عند سرعة ٥٤٠ لفة/دقيقة ومعدل تغذية ٦٥ ميجاجرام/الساعة.

افترض أن الكثافة هي ٣٢٠ كيلوجرام/قدم مكعب.

١٦ ـ ٦:

أ ـ إذا تلامست حبيبة داخلة إلى مروحة الأعلاف مع الريشة القطرية عند زاوية مقدارها ١٠° قبل أن تصل الريشة إلى الوضع الرأسي المتجه لأسفل. فما هي المسافة من محور الدوران والتي تتلامس فيها الحبيبة مع الريشة ليتم تصرفها مباشرة إلى فتحة المخرج عندما تصبح الريشة فوق المستوى الأفقي بزاوية قدرها ٢٥°. افترض أن $\mu = 0.7$ وأن قطر المروحة هو ١٢٧٠ مليمتر؟

ب ـ على أي زاوية من المحور الرأسي يتم تصرف الحبيبة؟

# الباب السابع عشر
# حصاد الحبوب والبذور

# الباب السابع عشر
# حصاد الحبوب والبذور

## ١٧ - ١ مقدمـــة:

يمكن القول ـ عملياً ـ أن كل محاصيل الحبوب أو البـذور في الولايـات المتحدة الأمريكية يتم حصادها في عملية مجمعة مثل الحصاد ـ والدراس والتي تعـرف آلاتها بـآلات الضم والدراس Combines. وتستعمـل هذه الآلات في حصاد الحبوب الصغيرة، فول الصويا والذرة، ولكنها تستخدم، وبدرجة كبيرة، لمحاصيل البـذور الخاصـة ـ وسوف تنـاقش طرق حصـاد الذرة بـآلات الضم والدراس الخاصة بها في الباب الثامن عشر، وذلك مع بعض المعدات الخاصة لحصاد الذرة.

والعملية المجمعة مثل الضم والدراس تعني قـطع المحصول (حصـاد) والدراس في عملية واحدة. وهي من أكثر الطرق المعروفة للحصاد. وقد تتم عملية الدراس والتذرية بعد إعداد المحصول في صورة أكوام طوليـة، ويعني هذا عملية إضافية (تكويم) بالمقارنة بعملية الضم والدراس. ولكنها قد تكون ميزة تحت ظروف معينة، حيث تسمح عمليـة تكويم المحصـول في صفوف طولية من إتمام نضج المحاصيل الخضراء والمحاصيل الغير منتـظمة النضـج قبـل عملية الـدراس. كمـا يمكن أن تقـل مخـاطـر التقلبـات الجـويـة على المحاصيل الحقلية القائمة، وذلك لأنه يمكن أن تبدأ عملية تكويم المحاصيل في صفوف طولية قبل الدراس بعدة أيام. وتستعمل طريقة الضم والدراس مع

عملية التكويم أساساً لمحاصيل الحبوب في الجزء الشمالي من الولايات المتحدة الأمريكية وغرب كندا. فغالباً ما يتم حصاد محاصيل مثل البرسيم والكتان بهذه الطريقة.

وفي المناطق التي يتسم مناخها بالحرارة والجفاف، كثيراً ما يستخدم نظام الرش لإتمام النضج متبوعاً بعملية الضم والدراس، وذلك لمحاصيل الحبوب الصغيرة كالبقوليات مثل البراسيم. وفي هذه الطريقة يتم رش مبيد حشائش عام لوقف النمو القمي في المحصول ثم تتبع بعملية حصاد ودراس بعد جفاف الأوراق، ولكن قبل أن يبدأ النمو ثانياً. ويكون الرش بغرض إتمام النضج بفاعلية أكثر إذا ما كان المحصول منتظم النضج. وقد يتم رش المحصول أكثر من مرة إذا ما كان نموه عصيرياً وكثيفاً.

**١٧ ـ ٢ تطور آلات الضم والدراس للأراضي المستوية:**

بالرغم من شيوع آلات الضم والدراس في منطقة كاليفورنيا قبل نهاية القرن الماضي، إلا أن الآلات الكبيرة منها لم تظهر في منطقة السهول العظمى من الولايات المتحدة حتى العشرينات. فآلات الضم والدراس الأولى كانت كبيرة ومن النوع المقطور ومزودة بجهاز حصد موصل بجانب وحدة الفصل وإلى الأمام من وحدة الدراس. وتصل بعض أجهزة الحصد إلى عرض ١٠,٧ متراً [٣٥ قدماً]. ومعظم آلات الضم والدراس الصغيرة. والمقطورة التي بعرض ١,٥ إلى ٢،١ متراً [٥ إلى ٧ قدم] أصبحت متاحة في منتصف الثلاثينات. وكان يقوم بتشغيلها رجل واحد، حيث كانت مهيئة ومناسبة للعمل في الحقول الصغيرة في الجزء الأوسط والشرقي من الولايات المتحدة، حيث أخذت في الانتشار سريعاً.

وظهرت آلات الضم والدراس الذاتية الحركة والتي يكون فيها جهاز الحصد في المقدمة وبعرض من ٣,٠ إلى ٤,٣ متراً (١٠ إلى ١٤ قدم) خلال

الأربعينـات. وزاد عرض هـذه الآليات حـديثاً ليصبح ٧,٣ متـراً [٢٤ قـدم] في عام ١٩٧٧. وقد حلت آلات الضم والدراس الذاتية الحركة محل الآلات المقطورة بما يعادل ٩٠ إلى ٩٥٪ من كل الآلات المصنعة سنوياً في الولايات المتحدة في أعوام ١٩٦٧، ١٩٦٨، ١٩٦٩[١]. وتدار آلات الضم والدراس عن طـريق وسيلة نقل حـركة دفعيـة أو هيدروستـاتيكية، حيث تكـون من الأهمية التحكم في تغير السرعـة الأماميـة لتسهيل الحفـاظ على معدل أمثـل للحصاد والضم ومن ثم التلقيم الداخل إلى الآلة.

وتدار معظم الآلات المقطورة والمصنعة حـالياً عن طـريق عمود الإدارة الخلفي. وعــرض جهــاز الحصــد عــادة يتــراوح من ٣ إلى ٤ متــر [١٠ إلى ١٣ قدم]، ويكثر الاهتمام بالآلات المقطورة في المناطق في المناطق التي تستخدم فيها طريقة التكويم مع الضم والدراس. وتعتبر آلات الضم والدراس المقـطورة أرخص ثمناً، ولكنهـا أقل مـرونة على المنـاورة والـدوران، وذلـك بالمقارنة بالآلات الذاتية الحركة.

## ١٧ ـ ٣ آلات الضم والدراس للأراضي ذات الميول:

إن آلات الضم والـدراس ذاتية الحـركة التي تعمـل على أراضي ذات ميول يكون لها تدبير احتياطي للمحافظة على مستوى جسم الآلة متـزناً أثنـاء الحصـاد على الميول. ويعتبـر استواء الآلـة أمراً هـاماً جـداً بالنسبـة لـلأداء المضبـوط لوحـدات الفصل والتـنظيف ولاتزان الآلـة نفسها. وتستخـدم هذه الآلات أساساً في منطقة الشمال الغربي الباسيفيكي من الولايات المتحدة. وقد صنعت أول آلة ضم ودراس من هذا النوع في حوالي ١٨٩٠[٥١] حيث كانت تسحب بالقوة الحيـوانية (الحصـان) وتدار بفعـل دفع العجـل الأرضي، ويتم استوائها يدوياً.

وقـد تواجـدت آلات الضـم والدراس الـذاتيـة الحـركـة وذات الاستـواء

الأوتوماتيكي بصفة عامة في أوائل الخمسينات[٥١] . وبعض الآلات الحالية تزود بوسائل الاستواء الجانبي فقط وقد يزود البعض أيضاً بتسوية في الاتجاه الأمامي والخلفي. ويتم الاستواء الجانبي هيدروليكياً بتحريك إحدى العجلات إلى أعلى والأخرى إلى أسفل بالنسبة لجسم الآلة. وتحافظ مجموعة من الأذرع المناسبة على استواء العجلات الأربع في وضع رأسي. ويركب جهاز الحصد مع جسم الآلة بحيث يمكنه أن يدور حول المحور الطولي للآلة. ويزود جهاز الحصد بمجموعة من الأذرع والتي تحافظ على منصة الحصد في وضع موازي لسطح الأرض تحت العجلات. وقد يصل الميل الجانبي بعد ضبط الآلة من ٣٠ إلى ٤٥ ٪.

وتتطلب التسوية في الاتجاه الأمامي والخلفي نظاماً إضافياً لرفع وخفض العجلات الخلفية بالنسبة لمؤخرة آلة الضم والدراس وأذرع متصلة بين المحور الخلفي وجهاز الحصد للحفاظ على ارتفاع ثابت لجهاز الحصد. فالتسوية في الاتجاه الأمامي والخلفي تسمح بالتشغيل مع الميل في اتجاه سير الآلة، بينما التسوية الجانبية تظهر فاعليتها بالتعامل مع الميول الجانبية. وقد استحدث نظام للموازنة الأوتوماتيكية في الاتجاهات الأربعة لآلات حصاد ودراس محصول البازلاء ـ شكل (٢١ ـ ٣) المزروع في حقول على جوانب التلال، وقد تم تسجيل براءته في مرحلة لاحقة بعد الأنظمة المستخدمة في آلات حصاد ودراس الحبوب.

وأجهزة استشعار الاتزان والاستواء يتم التحكم فيها بفعل تأثير الجاذبية على بندول أو على سائل[٥١]. فأحد أنظمة التسوية الجانبية والتسوية الأمامية والخلفية يكون لها ثقل بندولي متضائل الاهتزاز يقوم بتشغيل صمام تحكم هيدروليكي بتصميم خاص (قسم ٤ ـ ٢٢) وفي نظام آخر للتسوية الجانبية حيث يوجد خزان السائل يحدث ضغطاً على غشاء ومفتاح حساس للضبط موجود على مسافة جانبية من الخزان. فعند أي ميل جانبي لجسم آلة الضم والدراس

يتغير الضغط على الغشاء الذي يحرك المفتاح وبالتالي يعمل على تشغيل صمام يعمل بملف لولبي في النظام الهيدروليكي ليعمل على استواء الآلة. وفي نوع ثالث من الأنظمة يكون السائل فيه هو الموصل الكهربائي مثل الزئبق والذي يعمل كمفتاح عند ارتفاع أو انخفاض مستواه في أحد أذرع أنبوبة على شكل حرف U[٥١]. كما أن بعض الأنظمة يكون لها سرعتان للاستواء حيث تكون السرعة المنخفضة للمقادير الصغيرة من الميل.

**١٧ ـ ٤: الأجزاء الأساسية لآلة الضم والدراس:**

إن الغرض النهائي لأي عملية حصاد ودراس هو الحصول على البذور خالية من بقايا النباتات وبأقل قدر من الفقد فيها. وإذا كان الهدف بعد ذلك هو استخدام هذه البذور في عمليات الإنبات أو أي استخدام آخر فيكون مهماً أن تكون على حد أدنى من التلف الظاهري والأضرار الداخلية. إن الأربعة عمليات الأساسية التي تؤديها آلة الضم والدراس في الحصول على البذور هي: -

١ ـ قطع المحصول القائم أو التقاط الأكوام الطولية ونقل هذه المواد إلى وحدة الدراس.

٢ ـ الدراس (وهي فصل البذور عن رؤوس أو سيقان النبات).

٣ ـ فصل البذور والقش القصير من السيقان أو القش الطويل.

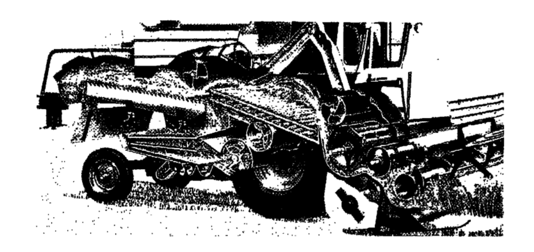
٤ ـ تنظيف الحبوب من المواد العصافية والمواد الغريبة الأخرى.

ويبين شكل (١٧ ـ ١) رسماً تخطيطياً للترتيب العام للمكونات الأساسية لآلة الضم والدراس العادية ذاتية الحركة. وبالرغم من مناقشة كل من المكونات الأساسية بالتفصيل في الأقسام التالية فإنه قد يساعد القارىء أن يحصل أولاً على تصور عام لكل العمليات المتتابعة التي تتم في آلة الضم والدراس.

ثانياً. والرؤوس وقطع السنابل التي تمر خلال غربال القش توجه إلى بريمة المواد الغير مدروسة عن طريق غربال التنظيف. وتعود المواد الغير مدروسة إلى اسطوانة الدراس لإعادة دراسها، وفي بعض الأحيان توجه إلى نقطة خلف الاسطوانة إذا كانت البذور سهلة التلف. ويوجد في بعض آلات الضم والدراس اسطوانة دراس صغيرة لإعادة دراس الرؤوس والقطع الغير مدروسة والتي بعدها يتم توجيه البذور إلى مقدمة غربال القش.

وتسقط البذور المدروسة وبعض المواد الغريبة خلال فتحات غربال القش على غربال التنظيف والذي له فتحات أصغر من غربال القش. وتمر الحبوب خلال غربال التنظيف ثم توجه إلى خزان الحبوب عن طريق بريمة الحبوب النظيفة وناقل الحبوب.

ويبين شكل (١٧ ـ ٢) نظاماً مختلفاً بعض الشيء لوحدات الدراس والفصل حيث توجد اسطوانة الدراس والصدر مع جهاز التغذية الأمامي وأن

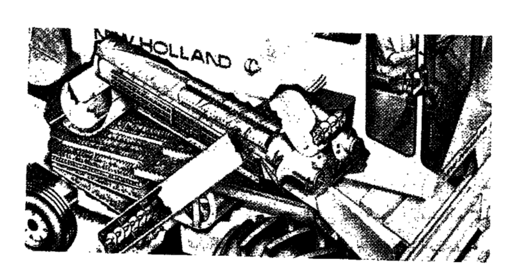


**شكل ١٧ ـ ٢ : قطاع في الة ضم ودراس ، حيث يوجد اسطوانة الدراس في مقدمة الآلة وفاصل للقش ذو الجرايد لاحظ وجود مروحة التنظيف الأولى مباشرة تحت السير**

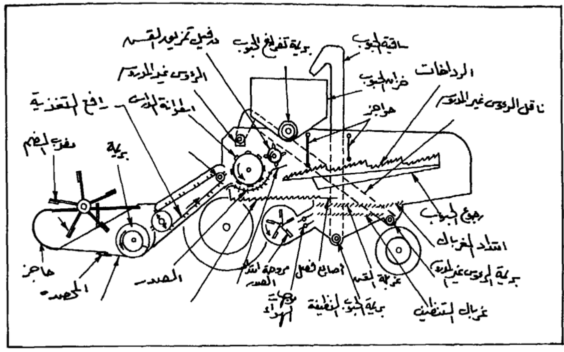
**( Courtesy of Allis - Chalmers ) .**

الصدر من النوع الذي ليس له فتحات. وهنا تبقى البذور مع القش حتى توجه المواد كلها إلى أول مقدمة الرداخات للفصل. وتميل البـذور إلى السقوط من القش على السير الناقل.

ويبين شكل (١٧ ـ ٣) آلة ضم ودراس والتي حل فيها اثنان من الوحدات الدوارة المستقلة والمتوازنة محل اسطوانة الدراس والرداخات، حيث تقوم كل وحدة بعملية الدراس ومعظم عملية الفصل[٤٣]. وتجزيء المواد الـداخلة بين الوحدتين الدوارتين وتلقم على وحدات الدراس بواسطة بريمة توجد في الجزء الأمامي للوحدات الدوارة. وتتحرك السطوح المتجاورة للوحـدات الدوارة إلى أسفل. كما يتحرك سريان المواد على طول كل وحدة دوارة في مسار حلزوني مـاراً أولاً بوحـدة دراس ثم إلى وحدة الفصـل تحت الجـزء الخلفي للوحـدة الدوارة. وتركب مجموعة من الريش المائلة على داخل الجزء العلوي من غطاء الوحدة الدوارة (غير مبينة في شكل ١٧ ـ ٣) حيث تتسبب في تحرك المواد التي




**شكل ١٧ ـ ٣: قطاع في آلـة ضم ودراس ذات وحدات دوارة مستقلة ومحـورية السـريان حيث تؤدي عمليتي الـدراس والفصل بتحـرك المواد على الـوحـدات في مسـار حلزوني وتجزيء المواد الداخلة بين الاسطوانتين (Courtesy of Sperry Holland).**




شكل ١٧ ـ ١ : رسم تخطيطي للمكونات الأساسية لآلة. ضم ودراس ذاتية الحركة.

في عملية الضم والدراس المباشر يبدأ مضرب الضم بدفع السيقان الغير مقطوعة نحو المحصدة لقطعها، ثم يتم توجيه المواد المقطوعة على بريمة التوجيه. وتقوم بريمة التوجيه بنقل المواد إلى رافع التغذية وهو عبارة عن ناقلة ذات ألواح أو خوص متصلة ببعضها عن طريق جنزير يدور على طارتين وتكون النهاية المنخفضة له حرة الحركة. ويحرك رافع التغذية المواد في الاتجاه العلوي إلى جهاز الدراس المكون من اسطوانة الدراس والصدر حيث يتم الدراس. وإذا كان الصدر من النوع الشبكي ذي القضبان الحديدية فإن نسبة عالية من البذور المدروسة مع كمية كبيرة من القش الصغير وأغلفة الحبوب والمواد الغريبة يتم فصلها عن السيقان والقش الطويل من خلال الفتحات بين قضبان الصدر لتسقط مباشرة على مدرج الحبوب الذي يهتز ويتذبذب أو على سير متحرك لنقل الحبوب لوحدة التنظيف.

ويوجه امتداد الصدر المواد الخارجة من مؤخرة الصدر إلى الرداخات

والتي تعطي منطقة فصل إضافية. وامتداد الصدر هي مجموعة من القضبان المتوازية. ويوجد مضرب اسطواني بعد وحدة الدراس مباشرة لمساعدة المواد الخارجة من اسطوانة الدراس ودفعها إلى الخلف مع المساعدة في عملية فصل البذور عند هذه النقطة، كما يوجه القش الطويل والحبوب الغير مدروسة (مثل السنابل) إلى الرداخات. والرداخات على آلات الضم والدراس قد تتكون من وحدة واحدة متأرجحة أو من عدد من الأقسام الطولية المتجاورة.

ويعلق واحد أو اثنين من الحواجز فوق الرداخات للحد من انسياب القش للمساعدة على المحافظة على سمك طبقة منتظم منه. والحاجز الأمامي للمضرب الاسطواني الموجود بعد وحدة الدراس يساعد في توجيه المواد إلى أسفل على أول بداية وحدة الرداخات للاستفادة القصوى من المساحة المتوفرة للفصل، كما تمنع الحواجز البذور من أن تقذف إلى الخارج بفعل المضرب.

وتحرك الرداخات القش لفصل باقي البذور والرؤوس الغير مدروسة (السنابل) وذلك أثناء تحرك القش في اتجاه مؤخرة الآلة إلى الخارج بينما تسقط البذور والقش القصير والمواد الغريبة الصغيرة من خلال فتحات الرداخات إلى سطح انزلاقي أو سير متحرك موجود أسفلها مباشرة، يوجه الحبوب المتساقطة إلى جهاز التنظيف حيث تتقابل مع سريان البذور والمواد المارة من خلال فتحات الصدر.

يوجه خليط البذور المدروسة، والمواد الغير مدروسة، المواد العصافية والمواد الغريبة الأخرى إلى مقدمة غربال القش ذي الحركة الاهتزازية. وأثناء تحرك الخليط إلى الخلف على غربال القش يدفع تيار من الهواء يوجه إلى أعلى فتحات الغربال للمساعدة في فصل الحبوب المدروسة والرؤوس الغير مدروسة، كما يدفع القش الخفيف إلى الخارج من مؤخرة الآلة. ومعظم الرؤوس الغير مدروسة تظل محمولة على غربال القش لتسقط من خلال فتحات أكبر على امتداد الغربال لتذهب إلى بريمة تنقلها إلى وحدة الدراس

تـدور إلى الخلف. وتخرج المـواد من مؤخرة الـوحدات الـدوارة على مؤخرة مضرب ليحرك المواد على وحدة فصل أخرى لفصل القش الطويل من الآلة. ومجموعة الغرابيل المستخدمة في الآلة مشابهة لمثيلتها في آلة الضم والدراس العادية، وقد أصبحت هذه الآلة متاحة تجارياً في عام ١٩٧٥ كما توفرت الآلة ذات الوحدة الدوارة المفردة في عام ١٩٧٧ م.

**١٧ ـ ٥ تعاريف واصطلاحات:**

نظراً للاختلافات في التعـاريف والاصطلاحـات المنشورة والمستخـدمة بصورة عامة والاستعمال العام لها، فقد يكون من المرغوب فيه تعريف بعض هذه المصطلحـات والتي تستخدم في هـذا الكتاب. فـالمصطلح حبـة وبذرة يستعملان في مواضع متبادلة بكثرة في هذا الباب ليعبر عن الحبوب أو البذور من كل المحاصيل التي يتم حصادها بآلة الضم والدراس. وفيمـا يأتي بعض التعاريف المتعلقة بهذا الموضوع: ـ

مـواد غير الحبـوب: وتشمل كـل أجزاء النبـات الداخلة إلى آلـة الضم والدراس عدا البذور أو الحبوب.

نسبة الحبوب/غير الحبوب: وهي النسبة بين كتلة الحبوب أو البذور إلى كتلة المواد غير الحبوب. ما لم ينص على غير ذلك (مثلاً حبوب الرداخات/غير الحبوب)، فإن النسبة تعود إلى المواد الداخلة إلى آلة الضم والدراس.

معدل تلقيم المواد غير الحبوب: وهو المعدل الذي يتم به تلقيم مواد غير الحبـوب على الهزازات (الـرداخات)، معـدل تلقيم مواد غيـر الحبوب على الغرابيل تستعمل للمواد غير الحبوب التي يتم تلقيمها على هذه المكونات.

معدل تلقيم البذور أو الحبوب: وهو المعدل الذي يتم به تلقيم أو وصول البذور أو الحبوب إلى اسطوانة الدراس عن طريق اسطوانة التلقيم. وهذه عبارة

عن مجموع كل من الحبوب الداخلة إلى خزان الحبوب مضافة إلى الفاقد من مؤخرة الآلة لكل وحدة زمن.

معدل التلقيم (التغذية) الكلي: وهو مجموع معدل تلقيم المواد غير الحبوب ومعدل تلقيم الحبوب.

**١٧ ـ ٦: أنواع ومصادر فقد البذور:**

يمكن أن يحدث فقد للحبوب من آلة الضم والدراس، ويكون مرتبطاً بأي من العمليات الأساسية الأربعة التي تتم في الآلة والمذكورة في قسم ١٧ ـ ٤ • هذه الفواقد غالباً ما تعرف بفواقد الضم، فواقد اسطوانة الدراس، فواقد الهزازات أو الرداخات، وفواقد الغرابيل.

ويشتمل فقد الضم على الرؤوس والقرون أو الكيزان والبذور التي تفقد أثناء عملية القطع والنقل إلى وحدة الدراس. وفي عملية الضم والدراس من الأكوام الطولية يكون فقد الضم الكلي لنظام الحصاد مشتملاً على فقد عملية التكويم وفقد ضم الآلة أثناء عملية الالتقاط ونقل المحصول لوحدة الدراس.

ويتكون فقد اسطوانة الدراس من الحبوب التي لم يتم دراسها والتي تخرج من مؤخرة الآلة إما مع القش الطويل أو في المواد المجمعة من غربال التنظيف. بينما يكون فقد الرداخات عبارة عن الحبوب التي تم دراسها والمحمولة على الرداخات (أو أي نوع آخر من وحدات الفصل) في القش الطويل والتي تخرج من مؤخرة الآلة. ويكون فقد الغرابيل عبارة عن الحبوب التي تخرج على مؤخرة الغرابيل.

ويعبر عن فواقد اسطوانة الدراس والرداخات والغرابيل كنسبة من معدل تلقيم الحبوب أو الحبوب الداخلة إلى الآلة. ويعبر عن فقد الضم كنسبة من مجموع معدل تلقيم الحبوب بالإضافة إلى معدل فقد الضم.

ولا يمثل تلف البذور فقداً مباشراً في المحصول فيما عدا البذور

المكسورة إلى قطع صغيرة جداً، ولكنها قد تقلل من جودة وقيمة المنتج معتمداً على الغرض الذي سوف تستعمل فيه البذور أو الحبوب. وبذلك ـ مثلاً ـ لا تقلل الحبوب المشروخة من جودة التغذية عليها ولكنها غير مرغوبة في تخمير الشعير أو في ضرب الأرز. ويمثل تلف البذور عاملاً هاماً لتأثيره على إنبات البذور إذا ما استخدم ناتج الحصاد للزراعة. ومع بعض أنواع من البذور مثل فاصوليا ليما قد يقل الإنبات بسبب حدوث تلف داخلي بالرغم من عدم وجود دلائل لمظاهر التلف الخارجي.

**١٧ ـ ٧ علاقات مقاسات المكونات الأساسية لآلة الضم والدراس ببعضها:**

تعتمد القيم النسبية لمختلف أنواع فواقد البذور من آلة ضم ودراس معينة على نوع المحصول وظروف الحصاد. ويجد المهندس نفسه في وضع موازنة لتحديد الجمع الأفضل والأكثر اقتصادية بين سعات مختلف الوحدات الوظيفية في الحاصدات المستخدمة لعديد من المحاصيل. وترتبط متطلبات عرض جهاز الحصد بسعات وحدات الدراس . والفصل والتنظيف، وناتج المحصول والمدى المناسب من السرعات الأمامية. وتتوافر معظم نماذج آلات الضم والدراس الذاتية الحركة بمقاسات مختلفة لأجهزة الحصد لملائمة مدى الظروف المحصولية المتوقعة.

ويلخص جدول رقم ١٧ ـ ١ علاقات المقاسات لنماذج من آلات الضم والدراس الذاتية الحركة والمصنعة في الولايات المتحدة الأمريكية في عام ١٩٧٧ وذلك لأربعة مقاسات مختلفة المدى لعرض اسطوانة الدراس. فعادة ما يستخدم عرض اسطوانة الدراس كقيمة لتحديد حجم آلة الضم والدراس. وقد وضعت الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين مقياساً لتحديد طرق عمل قياسات مختلف أحجام الآلة ولحساب مساحات الفصل والتنظيف.

وفي معظم آلات الضم والدراس تكون أهمية عرض وحدات الفصل

والتنظيف ضرورية ومماثلة لعرض اسطوانة الدراس. ولهذا فإن المساحات المعطاة في الجدول رقم ١٧ ـ ١ تميل إلى الإشارة إلى الأطوال النسبية لوحدات الفصل والتنظيف لمختلف مقاسات المجاميع. ويتضح من هذا

**جدول ١٧ ـ ١ : مقاسات ومساحات لآلات الضم والدراس ذاتية الحركة ١٩٧٧(*).**

| عرض اسطوانة الدراس | | | | عرض جهاز الحصد متر [قدم] | | المساحة المتوسطة بالسنتيمتر المربع لكل ملليمتر من عرض اسطوانة الدراس [بوصة مربعة لكل بوصة من الاسطوانة] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ملليمتر | | بوصة | | | | | |
| المدى | المتوسط | المدى | المتوسط | أقل متوسط | أعلى متوسط | رداخات | غرابيل |
| ٨٤٠-٦٨٥ | ٧٥٧ | ٣٣-٢٧ | ٢٩,٨ | [١١,٠]٣,٣٥ | [١٤,٨]٤,٥١ | [١١٩]٣٠,٢ | [٨٧]٢٢,١ |
| ١٠١٥-٩١٥ | ٩٨٣ | ٤٠-٣٦ | ٣٨.٧ | [١٢,٧]٣,٨٧ | [٢٠,٢]٦,١٦ | [١٢٠]٣٠,٥ | [٩٣]٢٣,٦ |
| ١٣٢٠-١١٢٠ | ١٢١٢ | ٥٢-٤٤ | ٤٧,٧ | [١٣,٢]٤,٠٢ | [٢٢,٨]٦,٩٥ | [١٤٣]٣٦,٣ | [١٠٠]٢٥,٤ |
| ١٥٢٥-١٣٩٥ | ١٤٦١ | ٦٠-٥٥ | ٥٧,٥ | [١٣,٠]٣,٩٦ | [٢٤,٠]٧,٣٢ | [١٣٦]٣٤,٥ | [١٠٢]٢٥,٩ |

(*) هذه الأرقام من كتاب للآلات والجرارات ، ٣١ يناير ١٩٧٧ .
عدد النماذج المدونة للأربعة مجاميع بداية من القمة هي ٤ ، ٩، ١٥، ١٢.

الجدول أن المجموعتين الكبيرتين لهما مساحة فصل وتنظيف أكثر قليلاً لكل وحدة عرض من اسطوانة الدراس عن المجاميع الصغيرة.

### ١٧ ـ ٨: جهاز الحصد:

يشتمل جهاز الحصد على مضرب الضم، والمحصدة وحصيرة النقل لاستقبال المواد المقطوعة ونقلها إلى اسطوانة الدراس. ويتصل جهاز الحصد بالآلة عن طريق محاور مفصلية جانبية قابلة للضبط من مقعد السائق للحصول على ارتفاعات للقطع تتراوح من حوالي ٥ سنتيمترات إلى حتى ١٠٠ سنتيمتر

على الأقل [٢ إلى ٤٠ بوصة] ويتم قطع محاصيل الحبوب من ارتفاع منخفض لضمان قطع كل الرؤوس تقريباً. وقد يكون من المرغوب فيه الحصول على القش ـ أيضاً ـ فيتم القطع على ارتفاع أقل، وقريباً من سطح الأرض، ويعني ذلك دخول مواد أكثر ليتم تداولها عن طريق الآلة.

وتشبه المحصدة الموجودة على آلة الضم والدراس تلك المستخدمة لحصاد الأعلاف، أو المصففات الذاتية الحركة، إلا أن سرعة السكاكين فيها أبطأ، فهي عادة بين ٤٠٠، ٥٥٠ دورة في الدقيقة، فهذه السرعة مناسبة لمعظم آلات الضم والدراس، ولكنها قد تحدث انحناءات وانزلاق للسيقان أثناء القطع على بعد بعض سنتيمترات من سطح الأرض وعلى سرعة أعلى من ٤,٨ إلى ٦,٤ كيلومتر/الساعة [٣ إلى ٤ ميل/الساعة]. وفي محصول مثل فول الصويا فإن الانتزاع الناتج عن ذلك قد يؤدي إلى زيادة فواقد الضم نظراً للانفراط الذي يحدث[٣٠].

وجهاز الضم ذو المضارب الثابتة (شكل ١٧ ـ ١، ١٧ ـ ٢) يحتوي على ٤ إلى ٦ مضارب خشبية أو معدنية مثبتة على أذرع قطرية. أما جهاز الالتقاط فيكون له أسنان زمبركية متصلة بخوص حديدية تظل في أوضاع متوازية عن طريق نظام غير مركزي أثناء الدوران (شكل ١٤ ـ ١٠ يمين). ويمكن ضبط خطوة الأسنان بدوران الدليل غير المركزي. وتستعمل أجهزة الضم ذات المضارب الثابتة نظراً لبساطتها وقلة تكلفتها عن أجهزة الالتقاط، وخاصة للمحاصيل القائمة، وتظهر فاعلية أجهزة الالتقاط في رفع المحاصيل الراقدة أمام المحصدة.

ويتم ضبط موضع مضرب الضم بالنسبة للمحصدة في كل من الاتجاه الرأسي والأفقي. فيتم التحكم في ضبط الارتفاع هيدروليكياً من كابينة القيادة. فارتفاع جهاز الضم ذي المضارب الثابتة ـ عادة ـ يجب ضبطه بحيث تكون

حافة قمة المضرب عند أوطى نقطة أثناء تحركها أقل قليلاً من ارتفاعات رؤوس النباتات الغير مقطوعة في الحقل. ومحور جهاز الضم أو المضرب يكون عادة متقدماً عن المحصدة بمقدار ١٥٠ إلى ٣٠٠ ملليمتر [٦ إلى ١٢ بوصة].

ونسبة السرعة المحيطية للمضرب إلى السرعة الأمامية، وهي ما تعرف بدليل سرعة المضرب يجب أن تكون بين ١,٢٥ إلى ١,٥ تحت معظم الظروف للمحاصيل القائمة(٢٠) بينما قد تكون النسب العالية أكثر فاعلية لإمالة المحصول للخلف على حصيرة جهاز الحصد ولكنها تؤدي إلى زيادة فقد الضم. فمثلاً في اختبارات كاليفورنيا فإن زيادة دليل سرعة المضرب من ١,٥ إلى ٢,٨ أدى إلى زيادة. لفقد في ضم وحصاد الشعير بمقدار من ٣ ٪ إلى ٦ ٪ من المحصول(٢٠).

وعند استعمال جهاز الالتقاط في حالة المحاصيل الراقدة فيجب أن يكون محور الأسنان متقدماً كثيراً عن جهاز القطع (غالباً ما يكون من ٢٣٠ إلى ٣٠٠ ملليمتر [٩ إلى ١٢ بوصة]). وإن تبعد الأسنان عن المحصدة بمسافة من ٥٠ إلى ٧٥ مليمتر [٢ إلى ٣ بوصة]. كما أن ضبط خطوة الأسنان لتوجيهها أكثر إلى الخلف يحسن من فعل رفع المحاصيل. ويكون من المطلوب تخفيض السرعات الأمامية وتخفيض دليل سرعة الدوران للأسنان. وتستخدم أجهزة الالتقاط ـ عادة ـ لحصاد الأرز، وذلك بسبب أن هذا المحصول غالباً ما يرقد بكثرة. ويكون القش عامة مبتلاً وكثيفاً.

وتحتاج سرعة مضرب الضم لعمليات ضبط سهلة لملائمة مختلف الظروف المحصولية ولتعوض السرعات الأمامية المختلفة. فغالباً تزود الآلات بموتورات هيدروليكية أو بسيور متغيرة السرعة يتم التحكم فيها من كابينة القيادة. وقد استعملت عجلات الأرض للحصول على نسبة ثابتة لسرعة دوران المضرب ولكن إلى مدى محدود.

وتتحرك المواد المقطوعة بواسطة بريمة ناقلة مستعرضة حيث ينكمش قطاع البريمة في منتصفها ليوجه هذه المواد إلى حصيرة النقل لتصل إلى اسطوانة الدراس. وفي بعض الأوقات يكون لآلات ضم ودراس الأرز ستائر قصيرة بين محصدة القطع والبريمة لإعطاء حيزاً أكبر على حصيرة النقل لتداول القش الطويل، وخاصة عند رقاد المحصول.

**١٧ ـ ٩ أساسيات وأنواع النظم الميكانيكية للدراس:**

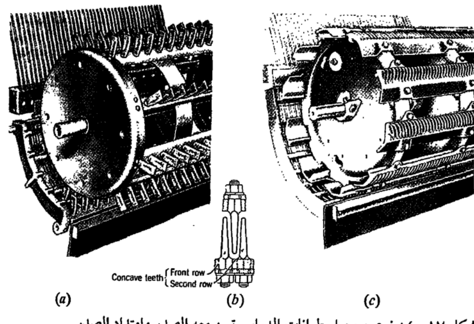
يمكن إجراء الدراس بواسطة عمليات مختلفة تعتمد على درجة صلابة الحبوب ومدى مقاومتها للضغط أو التصاقها بأغلفتها. وتعتمد هذه العمليات على تعريض المحصول إلى:

أ ـ التصادم الناتج عن دوران جسم سريع.
ب ـ الاحتكاك.
جـ ـ الضغط.
د ـ ائتلاف اثنين أو أكثر من هذه الأفعال.
هـ ـ بعض طرق أخرى لاستعمال القوى المطلوبة للدراس.

وكمثال لما ذكر في (د)، فقد بينت الاختبارات أنه يمكن فصل حبوب القمح من السنابل بتعليق السيقان في مشابك دوارة واستعمال القوة الطاردة المركزية[٢٩].

وقد ابتكر العديد من الأنواع والأشكال المختلفة لوسائل الدراس[١٣]، ولكن القليل منها قد وصل إلى مرحلة الاستخدام الحقلي. والأنواع الثلاثة والتي تستخدم بشكل عام في آلات الضم والدراس هذه الأيام هي اسطوانة الدراس ذات العوارض المضرسة (الجرايد) والتي تكون في وضع مستعرض بالنسبة لدخول المواد التي يتم دراسها (شكل ١٧ ـ ٤ جـ) واسطوانة الدراس ذات العوارض المضرسة والتي تكون في

وضع طولي محوري مع اتجاه سريان المواد التي يتم دراسها (شكل ١٧ ـ ٣)، والاسطوانة ذات الأصابع (أو الأسنان)، كما في شكل (١٧ ـ ٤ أ)، وقد كانت الاسطوانة ذات الأصابع هي المستخدمة وبكثرة في كل من آلات الضم والدراس وآلات الدراس الثابتة وذلك قبل حوالي ١٩٣٠ م، ولكن معظم آلات الضم والدراس المنتجة حالياً هي من النوع ذي الجرايد. وما زالت تستخدم الاسطوانات ذات الأصابع إلى مدى محدود وأساساً في دراس الأرز والبقول.




شكل ١٧ ـ ٤ : نوعين من اسطوانات الدراس تبين معه الصدر وامتداد الصدر.
أ ـ اسطوانة الدراس ذات الأصابع (الأسنان). لاحظ أن أقسام الصدر الأمامية والخلفية بها صفين من الأسنان بينما تخلو منطقة الوسط من الأسنان.
ب ـ يبين الخلوص بين أسنان الصدر واسطوانة الدراس.
جـ ـ اسطوانة دراس ذات الجرايد مع الصدر.

ويمكن تبادل اسطوانات الدراس من الأنواع ذات الجرايد والتي تدرس الحبوب في وضع مستعرض على اتجاه سريان المواد مع تلك ذات الأسنان، وذلك على عديد من نماذج آلات الضم والدراس. وتتراوح أقطار الاسطوانات عامة من ٤٨٠ إلى ٦٠٠ ملليمتر[١٩ إلى ٢٣,٦ بوصة]، إلا أن السائد منها هو

ذو قطر ٥٥٩ مليمتر [٢٢ بوصة]، ويتراوح العرض في نماذج عام ١٩٧٧ من ٦٨٥ إلى ١٥٢٥ مليمتر [٢٧ إلى ٦٠ بوصة]، كما هو مشار إليه في جدول رقم ١٧ ـ ١. وتستعمل اسطوانات الدراس ذات الأصابع في بعض الأوقات على آلات الضم والدراس لحصاد الفاصوليا والفول السوداني.

ويوجد لمعظم اسطوانات الدراس ذات الجرايد ما يسمى بالصدر، وهو عبارة عن شبكة عليها قضبان مستطيلة موازية لمحور الاسطوانة، وتحيط بالاسطوانة من الأسفل وتمتد بطولها، كما هو موضح في شكل (١٧ ـ ٤ جـ)، ويمكن ضبط مسافة الخلوص بين قضبان الصدر والجرايد المضرسة للاسطوانة. وقد بين التصوير السريع أن الدراس الفعلي لمحاصيل الغلال يتم من فعل اصطدام جرايد اسطوانة الدراس بالسنابل على سرعات عالية[٢]. وبالرغم من عدم الشك في مساهمة الاحتكاك في عملية الدراس، فإن الوظيفة الأولية للصدر هي سند المواد وجلبها إلى مسار جرايد اسطوانة الدراس لتكرار فعل الاصطدام عليها[٢].

وتشابه اسطوانات الدراس والتي في وضع طولي محوري لاتجاه سريان المواد المدروسة ـ أي لها مسار لولبي ـ تلك الاسطوانات المتعامدة على اتجاه دخول المحصول للآلة إلا في عدد وتركيب الجرايد المضرسة على الاسطوانة. فكل من الاسطوانتين والمبينة في شكل (١٧ ـ ٣) لها زوج من الجرايد المضرسة على زاوية ١٨٠° بينهما بدلاً من ٨ إلى ١٠ جرايد موزعة بانتظام على الاسطوانة. وفي ترتيب آخر على الآلة ذات الاسطوانة المفردة يوجد ثلاث جرايد مضرسة موزعة على مسافات متساوية وبطريقة حلزونية (لتحريك المواد على طول محور الاسطوانة) وتوجد مجموعة من الأقسام القصيرة توضع في أوضاع متبادلة محورياً بين الجرايد الحلزونية. وقطر الاسطوانة للوحدات المزدوجة الاسطوانات التي في شكل (١٧ ـ ٣) هو ٤٣٢

مليمتر [١٧ بوصة]. بينما الاسطوانات المفردة للنماذج المتاحة في عام ١٩٧٧ كان قطرها هو ٦١٠ مليمتر، ٧٦٢ مليمتر [٢٤ , ٣٠ بوصة]. كما يتشابه الصدر في كل من نوعي اسطوانات الدراس السابق وضعها من حيث النوع العام كما يمكن ضبط مسافة الخلوص بين الصدر واسطوانات الدراس بنفس الطريقة. والفرق الكبير الموجود في طبيعة عمل الدراس في الاسطوانات المحورية لاتجاه سريان المواد حيث تمر المواد خلال منطقة الدراس بين الاسطوانات المحورية والصدر عدة مرات أثناء تحركها للخلف وفي مسار حلزوني، بينما تمر المواد بعد دراسها مرة واحدة خلال فتحات الصدر في وحدة الدراس المتعامدة لاتجاه سريان المواد.

وفي اسطوانات الدراس ذات الأصابع تمر الأصابع المركبة على الاسطوانة بين أصابع أخرى موجودة على الصدر، وبذلك تزداد فاعلية الدراس نظراً للتصادم والاحتكاك بالإضافة إلى سرعة التصادم العالية على رؤوس السنابل. ويضبط الصدر جانبياً لإعطاء خلوص متساوي على جانبي أصابع الاسطوانة. كما تضبط أيضاً المسافة القطرية بين أصابع كل من الاسطوانة والصدر. ويتغير الخلوص الجانبي بدرجة طفيفة بهذا الضبط، حيث إن الأصابع تكون مخروطية أو مستدقة الأطراف (شكل ١٧ - ٤ ب).

وتثبت الأصابع الموجودة على الصدر على أقسام حديدية مثقبة يمكن فكها، وهي عادة صفين من الأصابع لكل قسم. وعدد صفوف الأصابع التي توجد على الصدر (عادة ٢ ، ٤ أو ٦) يعتمد على نوع المحصول وظروف الدراس. وتضاف إلى الصدر جرايد حديدية أو شبكة مثقبة لتكون باقي الصدر أو امتداد الصدر.

وتعطي الاسطوانات ذات الأصابع فعلاً إيجابياً أكثر لتحريك المواد بين الأصابع عن ما هو عليه في الاسطوانات ذات الجرايد، كما أنه لا يسهل

انسدادها وتتطلب قدرة أقل لتشغيلها[١٧]، وتناسب اسطوانات الدراس ذات الجرايد مجالاً واسعاً من الظروف المحصولية وهي سهلة الضبط والصيانة، كما أنها بسيطة نسبياً ومتينة. وتتميز اسطوانات الدراس من هذا النوع مع وجود الصدر ذو الفتحات بسعة كبيرة لفصل الحبوب عن ما هو عليه في حالة الاسطوانة ذات الأصابع.

كما يمكن إحلال الجرايد المضرسة على الاسطوانة، في بعض النماذج، بأخرى حديدية زاويية مغطاة بالمطاط ويقابلها قضبان أخرى على الصدر، حيث تغطي هي الأخرى بالمطاط. . هذه التركيبات تسمى أحياناً الاسطوانة ذات القضبان الزاوية، وتستخدم أيضاً قضبان مسطحة مغطاة بالمطاط في الاسطوانة والصدر، وتستعمل هذه التركيبات لحصاد البذور الصغيرة مثل البرسيم، حيث إن تأثير تلفها للبذور أقل، كما تعطي فقداً أقل للرؤوس التي لم يتم دراسها بمقارنتها بالاسطوانات العادية[٢٧]، ولكن القضبان المغطاة بالمطاط تتآكل أسرع من القضبان الحديدية.

وفي حالة المحاصيل القرنية فإن قدراً كبيراً من الدراس يتم بفعل الضغط، والاحتكاك أو باقتران الفعلين معاً، فقد استخدمت الاسطوانات المغطاة بالمطاط لدرجة محدودة لدراس الفاصوليا. وقد طورت إحدى آلات الضم والدراس التجريبية في عام ١٩٣٧ في محطة التجارب الزراعية بكاليفورنيا[٧] حيث كانت تحتوي على مجموعة من ثلاثة أزواج من الاسطوانات المغطاة بالمطاط تعمل على سرعة محيطية بين ١,٣ إلى ١,٥ متر/ الثانية [٢٥٠ إلى ٣٠٠ قدم/دقيقة]، بدلاً من الاسطوانة العادية. وقد كان الدراس في هذه الآلة معتمداً كلياً على فعل الضغط والاحتكاك المؤثر على قرون الفاصوليا. . وكانت نتائج الدراس مرضية على محصول فاصوليا ليما وذلك بدون تلف ملموس للبذور.

كما طورت وحدة دراس ذات سير مزدوج في محطة التجارب الزراعية

بأوروجون في أواخر الستينات لحصاد الحبوب الصغيرة والسهلة التلف مثل النجيليات والبقوليات. . وفي هذه الوحدة يتحرك سطحين خشنين لسيرين في اتجاه واحد ولكن على سرعات مختلفة ويحتفظان بينهما بخلوص لأحداث فعل احتكاك ودحرجة لدراس البذور. ويحمل السطح الخارجي للسير بيايات للحفاظ على هذا الخلوص. وأشارت الاختبارات المعملية على كميات صغيرة من فول الصويا أنه يمكن دراس هذا المحصول بفاعلية بين سطحي السير المزدوج الذي يتحرك فيه السيران على سرعات مختلفة وذلك بدون تلف عملي للبذور[٤٨].

وقد أنشأ واختبر بعض الباحثين وحدات دراس ذات مخروط مقطوع دوار[١٠]، [٢٨]، [٤٩]. وتستفيد إحدى هذه الوحدات[١٠] من أساسيات الدراس بالطرد المركزي وأساسيات الضغط على الحبوب. بينما تعتمد الوحدات الأخرى على فعل التصادم والاحتكاك. وكان أحد أهداف هذه التصميمات هو الحصول على فصل مناسب للبذور مع وحدة الدراس، وبذلك لا تكون هناك ضرورة لوجود وحدة إضافية للفصل (مثل الرداخات).

**١٧ ـ ١٠ عناصر تقييم الأداء لاسطوانات الدراس:**

إن العناصر الأولية لأداء وحدة الدراس هي نسبة البذور المفصولة من النبات (فاعلية الدراس) ونسبة البذور التالفة بسبب عملية الدراس. هذا بالإضافة إلى عنصرين آخرين لهما قدراً من الأهمية بسبب تأثيرهما على أداء وحدات الفصل والتنظيف وهما نسبة البذور المفصولة والتي مرت من خلال فتحات الصدر (كفاءة الفصل) ودرجة تكسير القش الطويل. ولا تعتبر متطلبات القدرة كعنصر أداء وظيفي، ولكنها مهمة في تقييم وحدة الدراس. وسوف تناقش متطلبات القدرة في قسم ١٧ ـ ٢٩.

يحدث معظم تلف البذور في آلة الضم والدراس في وحدة الدراس

أساساً، وذلك بسبب الاصطدام الذي تستقبله البذور أثناء عملية الدراس. ومع ذلك فإن سحب ناقلات البذور والوصلات المتقاربة في البريمات قد يتسبب في تلف لبعض أنواع البذور. وقد يكون تلف البذور ظاهرياً حيث يمكن مشاهدته أو قد يكون داخلياً حيث يمكن تحديده فقط عن طريق اختبارات الإنبات أو باستعمال أجهزة خاصة. وكما تم شرحه في قسم ١٧ ـ ٦ فإن أهمية تلف البذور تعتمد على الغرض من استعمال البذور أو الحبوب.

ومن المهم جداً الحصول على أقصى فصل للحبوب التي تم دراسها ومرورها خلال فتحات الصدر تحت الظروف العادية لحبوب الغلال والتي تمثل فيها فواقد الرداخات جزءاً هاماً وكبيراً من مجموع الفواقد الكلية. فزيادة الفصل والمرور من خلال فتحات الصدر يقلل من حمل البذور على الرداخات أو أي نوع آخر من وحدات الفصل، وبالتالي يقل عادة فقد الرداخات[٢٠]. وبنقص كفاءة الفصل من ٨٥ ٪ إلى ٧٠ ٪ يمكن أن يضاعف من حمل البذور على الرداخات. وعندما يكون فقد الرداخات صغيراً كما في حالة البرسيم ومحاصيل البذور الصغيرة الأخرى تحت ظروف الجفاف، فيكون تأثير كمية فصل البذور عند اسطوانة الدراس قليلاً على مجموع الفواقد الكلية.

كما يعمل التكسير الزائد للقش على زيادة صعوبة فصل الحبوب ويتسبب في وجود نسبة أكبر من المواد غير الحبوب على الغرابيل وذلك بمرورها من خلال فتحات الصدر أو من خلال فتحات الرداخات. كما أن زيادة كمية المواد غير الحبوب على الغرابيل قد يزيد من فقد الغرابيل بطريقة ملموسة. ومن ناحية أخرى قد يميل فقد الرداخات إلى النقص بسبب انخفاض كمية ومعدل المواد غير الحبوب الداخلية عليها.

### ١٧ ـ ١١ تأثير نظام التلقيم على أداء اسطوانة الدراس ـ و ـ الصدر:

يكون لاتجاه دخول المواد التي يتم دراسها على اسطوانة الدراس تأثير هام

على أداء الاسطوانة والصدر، فقد أعطت التجارب المعملية نتائجاً تفيد بأن الفقد في البذور في اسطوانة الدراس كان بمقدار على الأقل الضعف عند توجيه النباتات حيث تقابل السيقان وحدة الدراس بدلاً من السنابل أو الرؤوس وذلك على محصول القمح والشعير[٢،١٥] وأن نسبه الحبوب التي لم تمر من خلال فتحات الصدر كانت أيضاً حوالي الضعف. وفي تلقيم النباتات في صورة ملتفة وغير مرتبة لتمثل حالة التلقيم الناتجة من بريمة جهاز الحصد فقد أعطت النتائج فقداً لاسطوانة الدراس وكفاءة فصل تماثل حالة التلقيم بالرؤوس أو السنابل أولاً على اسطوانة الدراس[١٥،١١] وذلك مع إعطاء تلقيماً منتظماً ومتطلبات قدرة أقل للاسطوانة[١٥].

**١٧ ـ ١٢ تأثير عوامل تصميم اسطوانة الدراس ـ والصدر على الأداء :**

لقد أجرى العديد من الاختبارات في المعهد القومي للهندسة الزراعية في انجلترا National Instutite of Agricultural Engineering وذلك لتحديد تأثير العناصر المختلفة للتصميم وظروف التشغيل على أداء اسطوانات الدراس ذوات الجرايد المضرسة المستعرضة لدراس القمح أو الشعير عند محتوى رطوبي للحبوب يتراوح بين ١٤ إلى ٢٦ ٪[٢،٤،٥]. وكانت اسطوانات الدراس بعرض ٦١٠ مليمتر (٢٤ بوصة) وبأقطار تتراوح من ٣٨١ إلى ٦٨٦ مليمتر (١٥ إلى ٢٧ بوصة)، والصدر من النوع ذو الجرايد المضرسة. وتم حصاد المحصول عند وصوله للنضج والمحتوى الرطوبي المطلوب بآلة حصاد وربط المحاصيل، واستعملت هذه المحاصيل في خلال بضعة أيام. كما تم تلقيم المواد على اسطوانة الدراس عن طريق سير متغير السرعة بطول ٢ , ١٥ متر [٥٠ قدم]. وقد تم تحديد نسبة كل من البذور التي لم يتم دراسها ، البذور المكسورة، الإنبات، فصل البذور من خلال فتحات الصدر وكسر القش .

في هذه الاختبارات، أدت زيادة طول الصدر إلى زيادة كفاءة فصل

البذور، ولكن بمعدل متناقص، فمثلاً بالنسبة للقمح استخدم ـ أولاً ـ صدر بطول ١٦٩ مليمتر[٦,٦٧ بوصة] أدى إلى فصل للبذور بمقدار يتراوح بين ٥٢ إلى ٥٨ ٪ وإن إضافة أقسام جديدة للصدر بنفس الطول [١٦٩ مليمتر] وحتى طول كلي مقداره ٦٧٨ مليمتر[٢٦,٧ بوصة] أدى إلى فصل حوالي ٤٠ ٪ من الحبوب على كل قسم مضاف. وأدت زيادة طول الصدر إلى زيادة تكسير القش، بينما ازداد اتجاه تلف البذور وخاصة عند محتويات رطوبية منخفضة وسرعات عالية لاسطوانة الدراس. وتحت ظروف سهلة للدراس كان لزيادة طول الصدر عن ٣٣٠ مليمتر [١٣ بوصة] فائدة قليلة فيما يتعلق بفقد اسطوانة الدراس. ولكن تحت ظروف أكثر صعوبة فإن لزيادة الطول من ٣٣٠ إلى ٥٠٨ مليمتر [٢٠ بوصة] أدت إلى تقليل الفقد.

وقد يمثل إلغاء فتحات الصدر ـ أو تغطيتها نوعاً من الخصائص التصميمية (كما في شكل ١٧ ـ ٢) أو قد يمثل نوعاً من عمليات الضبط الحقلي. فقد حدد تأثير تغطية فتحات صدر طوله ٣٥٦ مليمتر (١٤ بوصة) في اختبارات المعهد القومي للهندسة الزراعية بانجلترا NIAE[٤] عند دراس قمح على محتوى رطوبي من ١٥ ٪ إلى ٢٤ ٪.. وتراوحت السرعة المحيطية لاسطوانة الدراس من ١٨ إلى ٣٣ متراً/الثانية [٣٥٠٠ إلى ٦٥٠٠ قدماً/الدقيقة] وعند متوسط مسافة خلوص بين اسطوانة الدراس والصدر تراوحت بين ٦ إلى ١٣ مليمتر [$\frac{1}{4}$ إلى $\frac{1}{2}$ بوصة] . وقد ارتفعت نسبة تلف البذور بسبب تغطية فتحات الصدر، ولكن لم يكن لها تأثير على فقد اسطوانة الدراس أو تكسير القش. وتغطية فتحات الصدر عند دراس الشعير أدت إلى زيادة فقد الرداخات بأكثر من الضعف[٢٠].

وقد قارن نيل وكوبر[٣٤] فصل البذور خلال فتحات الصدر وذلك على نوعين من اسطوانات الدراس الأول من النوع ذي الجرايد المضرسة والثاني من النوع ذي الأصابع مستعملاً الأرز في الاختبارات المعملية. فعند معدل

تلقيم مقداره ٩٠ كيلوجرام /دقيقة [٢٠٠ رطل/دقيقة] للمواد غير الحبوب كانت نسبة فصل الحبوب حوالي ٧٢ ٪ من النوع الأول لاسطوانات الدراس ذي الأصابع يحتوي على مساحة فتحات أقل من الصدر الموجود مع اسطوانة الدراس ذات الجرايد المضرسة.

وفي اختبارات المعهد القومي للهندسة الزراعية[٢] وجد أن هناك اتجاه لتحسين فصل القمح (وليس الشعير) عند تقليل قطر اسطوانة الدراس من ٥٣٣ مليمتر إلى ٣٨١ مليمتر [٢١ بوصة إلى ١٥ بوصة] ولكن التأثير كان أقل للأقطار الأكبر من ٥٣٣ مليمتر. وقد كان طول الصدر ٣٣٠ مليمتر [١٣ بوصة]. وقد استنتج في هذا الاختبار أنه ليست لأقطار الاسطوانات الأهمية الكبرى فيما يختص بالأداء وأنه يجب أن يختار القطر ليناسب الطول المطلوب من الصدر. وكان لتغير المسافات بين الجرايد على محيط اسطوانة الدراس تأثير قليل على الأداء.

**١٧ ـ ١٣ تأثير ظروف التشغيل على فقد أسطوانة الدراس وتلف البذور :**

ترتبط فاعلية الدراس بعوامل مثل :

أ ـ السرعة المحيطية لأسطوانة الدراس .

ب ـ مسافة الخلوص بين أسطوانة الدراس والصدر .

جـ ـ عدد المرات التي تمر بها المواد من خلال الصدر (كما في حالة أسطوانة الدراس ذات السريان الحلزوني للمواد ) .

د ـ عدد صفوف أسنان الصدر والتي تستعمل مع أسطوانة الدراس ذات الأصابع .

هـ ـ نوع المحصول .

و ـ حالة المحصول من حيث درجة النضج والمحتوى الرطوبي .

ز ـ المعدل الذي به يتم تلقيم المواد الداخلة لآلة الضم والدراس .

وقد تساعد تغطية فتحات الصدر بحيث تمر الرؤوس والقرون الصعبة الدراس فوق الصدر كله . ولكنه وكما أشير سابقاً أن تغطية فتحات الصدر تزيد في بعض الأوقات من فقد الرداخات .

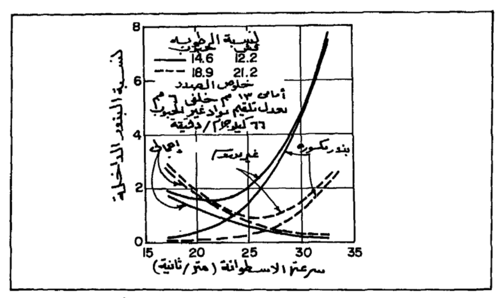
وتختلف القابلية للدراس كثيراً حسب حالة ونوع المحصول . فبعض محاصيل البذور الصغيرة مثل البرسيم هي محاصيل صعبة الدراس ، بينما الشعير والقمح هي عموماً محاصيل سهلة الدراس . وتتحسن القابلية للدراس بتقليل المحتوى الرطوبي للقش .

وتعتبر سرعة أسطوانة الدراس هي أهم عنصر تشغيل فيما يتعلق بفقد أسطوانة الدراس ، وأيضاً فيما يتعلق بتلف البذور . فزيادة السرعة تقلل من فقد الأسطوانة ولكن قد تزيد من تلف البذور . وسرعة تلف البذور تتغير وتختلف بين المحاصيل المختلفة . فبذور بعض النباتات ذات الفلقتين ، مثل الفاصوليا ، قد تتلف كثيراً عند سرعات محيطية منخفضة حتى ٧,٦ متر/ الثانية [١٥٠٠ قدم/ دقيقة][٦] ، بينما قد يتحمل البرسيم سرعات أعلى من ٣٦ متر/ الثانية [٧٠٠٠ قدم/ الدقيقة] وذلك بدون تلف ملموس [٧] .

وعموماً يزداد تلف البذور بانخفاض محتواها الرطوبي [٢،٦،١١] . . ومع ذلك فقد وجد بعض الباحثين [٢،٣] أن إنبات القمح والشوفان قد انخفض عند دراسهما على محتوى رطوبي للبذور فوق (أو تحت) مدى أمثل حوالى ١٧ إلى ٢٢٪ . وقد لوحظت علاقة مشابهة حيث تشققت حبوب الذرة .

ويوضح شكل (١٧ ـ ٥) تأثير سرعة أسطوانة الدراس والمحتوى الرطوبي على فقد الأسطوانة وتلف البذور الظاهري عند دراس قمح تحت ظروف اختبار معملي . وقد أجريت الاختبارات على سرعات ١٧,٨ ، ٢٢,٩ ، ٢٧,٩ ، ٣٣,٠ متر/ الثانية [٣٥٠٠ ، ٤٥٠٠ ، ٥٥٠٠ ، ٦٥٠٠ قدم/ دقيقة] . وتشير المنحنيات «الإجمالية» إلى أن الفقد الكلي من البذور التي لم يتم دراسها

مضافة إلى البذور التالفة يقل عند سرعة أسطوانة حوالى ٢٣ متر/ الثانية [٤٥٠٠ قدم/ دقيقة] للمحتوى الرطوبي المنخفض و٢٦ متر/ الثانية [٥١٠٠ قدم/ دقيقة] للمحتوى الرطوبي ٢٠٪ . ومع ذلك فإنه عند تحديد السرعة المثلى لأسطوانة الدراس لعملية حصاد حقلية ، يجب الاهتمام بتأثير سرعة الأسطوانة على فقد الرداخات وفقد الغرابيل . وتحت بعض الظروف ومع بعض المحاصيل يجب أن يتم تحمل فواقد عالية لأسطوانة الدراس وذلك لأن زيادة سرعة الأسطوانة كثيراً لعمل دراس جيد سوف يؤدي إلى تلف زائد للبذور (١١)،(٢٧) .




شكل ١٧ ـ ٥ تأثير سرعة أسطوانة الدراس على تلف البذور وفقد الأسطوانة في اختبارات معملية على القمح استعملت فيه أسطوانة دراس ذات جرايد مضرسة (Dtae From R. E. Arnold [2]) .

وعند حصاد الشعير في كاليفورنيا على محتوى رطوبي للبذور تراوح من ٧ إلى ٩٪ (٢٠) كانت نسب التلف الظاهري ٥٪ عند سرعة ١٩,٣ متر/ الثانية [٣٨٠٠ قدم/ دقيقة] ، ١٠٪ عند ٢٤,٤ متر/ الثانية [٤٨٠٠ قدم/ دقيقة] ومن ١٥ إلى ٢٠٪ عند ٢٩,٥ متر/ الثانية [٥٨٠٠ قدم/ الدقيقة] وقد كانت فواقد

الأسطوانة قليلة حيث وصلت من ١,٥ إلى ٢٪ عند ١٩,٣ متر/ الثانية . ويمكن إهمالها عند السرعات الأعلى .

وفي اختبارات في منيسوتا [١٦] كانت نسب التلف الظاهري من ثلث إلى نصف ما تم في اختبارات كاليفورنيا وذلك عند حصاد شعير على محتوى رطوبي من ١٢ إلى ١٥٪ وذلك بأسطوانة الدراس ذات الجريد وخلوص مقداره من ١٠ إلى ١٣ ملليمتر [ $\frac{٣}{٨}$ إلى $\frac{١}{٢}$ بوصة ] وعلى سرعات ٢٤,٤ ، ٢٩,٥ متر/ الثانية . فوجود نسب منخفضة من التلف الظاهري من نسب إنبات عالية هي بالضرورة هامة عند تخمير الشعير .

وتقليل مسافة الخلوص بين أسطوانة الدراس والصدر يؤدي إلى نقص فواقد الأسطوانة ويزيد من تلف البذور ، ولكن التأثير عامة صغير نسبياً بالمقارنة بتأثير زيادة سرعة الأسطوانة . فمثلاً في اختبارات على دراس القمح [٤٧] ، كان لتغيير مسافة الخلوص من ١٩ملليمتر [ $\frac{٣}{٤}$ بوصة إلى $\frac{١}{٤}$ بوصة ] أثر على نقص فاقد الأسطوانة حيث تغيرت من ٢,١٪ إلى ١,٢٪ بينما زاد التلف الظاهري من ٤,٥٪ إلى ٧,٨٪ . وفي اختبارات منيسوتا [١٦] الحقلية على الشعير ذي المحتوى الرطوبي من ١٢ إلى ١٥ ٪ أشارت النتائج إلى زيادة معتدلة في التلف الظاهري عند تقليل مسافة الخلوص . ولم تشر النتائج إلى زيادة معتدلة في التلف الظاهري عند تقليل مسافة الخلوص . ولم تشر النتائج المتحصل عليها من اختبارات على وجود علاقة ثابتة بين تلف بذور الشعير عند محتوى رطوبي من ٧ إلى ٩٪ ومسافة الخلوص بين ١٦,٦ ملليمتر [ $\frac{١}{٤}$ و $\frac{٥}{٨}$ بوصة ] .

كما قارن أرنولد [٢] نسب مسافة الخلوص الأمامية/ الخلفية ، حيث كانت ٣ : ١ ، ١ : ١ وقد وجد فروقاً صغيرة جداً في كل من فقد الأسطوانة ، والتلف الظاهري أو الإنبات لمحصول القمح أو الشعير ، وذلك لأي قيمة

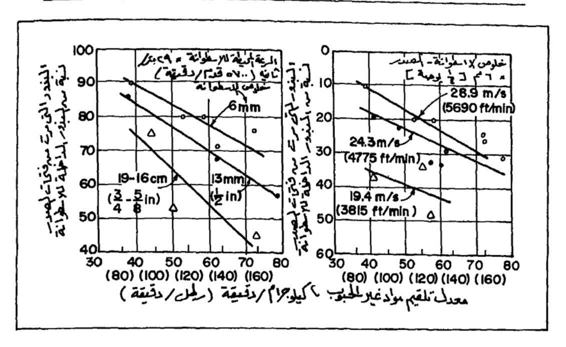
متوسطة من مسافة الخلوص . ومن المطلوب تقارب مسافة الخلوص الأمامية ـ إلى ـ الخلفية عامة وذلك لأن زيادة الخلوص الأمامي يحسن من خصائص تلقيم الأسطوانة .

وزيادة معدل تلقيم مواد غير الحبوب ( كزيادة معدل تلقيم القش ) يزيد من فواقد الأسطوانة. فقد أشارت الاختبارات الحقلية إلى أن العلاقة غالباً ما تكون تقريباً خطية [١١]،[٢٠]،[٣٥]،[٣٦] . وزيادة معدل التلقيم تقلل من تلف البذور بالرغم من أن التأثير عادة ما يكون صغيراً [٢]،[١١]،[٤٧] . فزيادة كثافة طبقة المواد التي تمر بين الأسطوانة وقضبان الصدر على معدل تلقيم عالي غالباً ما يعطي نوعاً من الحماية للبذور وبالتالي يقلل احتمالات الاصطدام المتكرر من جرايد الأسطوانة .

وقد أشارت التجارب الحقلية على الشعير ، القمح ، الشوفان ، والشيلم أن زيادة نسبة الحبوب/ مواد غير الحبوب ـ عادة ـ يقلل نسبة فقد الأسطوانة عند معدل معين من تلقيم مواد غير الحبوب [٣٦] .

**١٧ ـ ١٤ تأثير ظروف التشغيل على تكسير القش وفصل الحبوب خلال فتحات الصدر :**

عند حصاد حبوب الغلال بآلة ضم ودراس لها أسطوانة دراس ذات جرايد مضرسة وصدر له جرايد مفتوحة ، فإن نسبة البذور التي يتم فصلها ومرورها خلال فتحات الصدر تترواح ـ عادة ـ بين ٦٠٪ إلى ٩٠٪[٥]،[٢٠]،[٣٤]،[٤١]، وتسبب زيادة سرعة الأسطوانة أو نقص مسافة الخلوص في دفع بذور أكثر للمرور خلال فتحات الصدر ـ كما هو واضح في شكل (١٧ ـ ٦) ـ وبذلك تقل كمية البذور التي يتم التعامل معها بواسطة الرداخات . فزيادة سرعة أسطوانة الدراس يجعل طبقة المواد بين أسطوانة الدراس والصدر أقل كثافة . وتقليل مسافة الخلوص يجعل سمك هذه الطبقة أقل . وزيادة معدل التلقيم يجعل هذه الطبقة أكثر كثافة ، كما يقلل من كمية فصل البذور . (شكل ١٧ ـ ٦) .




**شكل ١٧ ـ ٦ تأثير سرعة أسطوانة الدراس ، مسافة الخلوص ، ومعدل التلقيم على فصل الشعير خلال فتحات الصدر لأسطوانة دراس ذاتِ الجرايد المضرسة على آلة ضم ودراس ذاتية الحركة وعرض جهاز الحصد بها ٣,٧ متراً (١٢ قدم) تحت ظروف الجفاف**
**( J. R Gross, R. A. Kepner, And L. G. Jonese[20])**

وقد أكدت اختبارات أرنولد المعملية على الشعير والقمح (٢) العلاقات العامة المبينة في شكل (١٧ ـ ٦) . فقد وجد زيادة معتدلة في نسبة الفصل (٦٣ مقارناً بـ ٦٨) عندما انخفض المحتوى الرطوبي للشعير من ٢٣٪ إلى ١٦٪ بينما لم يكن هناك تأثير ثابت للمحتوى الرطوبي مع القمح في المدى بين ١٤ إلى ٢٥٪ ، وعموماً كانت نسب الفصل في القمح أعلى قليلاً عن الشعير .

وقد وجد نيل وكوبر (٣٤) في اختبارات معملية على الأرز (والذي عامة له قش قوي وعالي الرطوبة) أن نسبة الفصل خلال فتحات الصدر مع أسطوانة دراس ذات جرايد مضرسة قد انخفضت من ٧٢٪ إلى ٦٣٪ عند مضاعفة معدل تلقيم مواد غير الحبوب .

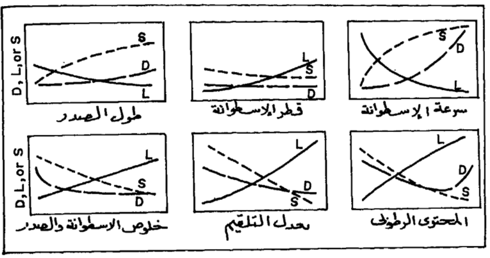
وفي تحليل للبيانات المتحصل عليها بواسطة ريد ومساعدوه في اختبارات معملية على القمح ، حيث كان المحتوى الرطوبي للقش من ٩ إلى ١٠٪ قد أشارت إلى أن زيادة نسبة الحبوب/ مواد غير الحبوب من ٠,٧ إلى ١,٠٠ لم تؤثر على كفاءة الفصل ، وذلك عند معدل تلقيم معين من مواد غير الحبوب . وقد انخفض الفصل من ٨٠٪ عند معدل تلقيم مواد غير الحبوب قدره ٩٠ كيلوجرام/ دقيقة [٢٠٠ رطل /دقيقة] إلى ٧٠٪ عند ١٨٠ كيلوجرام/ دقيقة [٤٠٠ رطل/ دقيقة]، وقد كان عرض أسطوانة الدراس المستخدمة ٨١٣ ملليمتراً [٣٢ بوصة]. وفي اختبارات حقلية على الشعير [٢٠] تبين ـ أيضاً ـ أنه لا تأثير لنسبة الحبوب/ مواد غير الحبوب على كفاءة فصل جرايد الصدر .

وتتأثر كمية الكسر في القش بنوع المحصول ودرجة نضجه . فيزداد كسر القش بجفاف المحصول ، كما يزداد ـ أيضاً ـ بزيادة سرعة أسطوانة الدراس . ولا يوجد تأثير كبير لتقليل مسافة الخلوص بين الأسطوانة والصدر على تكسير القش .

وتزداد نسبة مرور المواد غير الحبوب المدفوعة خلال فتحات الصدر بازدياد سرعة الأسطوانة أو تقليل مسافة الخلوص [٢٠] . وتقل النسبة قليلاً بزيادة معدل التلقيم [٢٠]،[٤١] . فزيادة نسبة الحبوب/ مواد غير الحبوب من ٠,٧ إلى ١,٠٠ في اختبارات معملية على القمح [٤١] أدت إلى زيادة جوهرية في نسبة مرور المواد غير الحبوب من خلال فتحات الصدر وذلك عند معدل تلقيم معين من مواد غير الحبوب ، وقللت معدل تلقيم مواد غير الحبوب إلى الرداخات بمقدار ٧ إلى ٩٪ . والزيادة في الفصل ربما قد حدثت بسبب ارتفاع نسبة المواد العصافية (القش القصير والسنابل المنزوعة الحبوب) في المواد غير الحبوب التي لها نسبة عالية من الحبوب/ مواد غير الحبوب .

### ١٧ ـ ١٥ تلخيص لتأثير بعض العوامل على أداء الأسطوانة :

لقد طور وينك (٥٠) تمثيلاً تخطيطياً عاماً لخصائص الأداء لأسطوانة دراس ذات جرايد مضرسة مع صدر ذي جرايد مفتوحة ، مبنياً على نتائج المعهد القومي للهندسة الزراعية NIAE المسجلة سابقاً وعلى أبحاث مشابهة في ألمانيا . ويبين شكل (١٧ ـ ٧) العلاقات الوصفية التي توصل إليها لستة من العوامل التي نوقشت في :




شكل ١٧ ـ ٧ خصائص تخطيطية لبعض علاقات الأداء لأسطوانة دراس ذات جرايد مضرسة مع صدر ذو جرايد مفتوحة .

L : فقد الأسطوانة ، D : تلف البذور ، S : نسبة البذور المفصولة خلال الصدر . (F. Wieneke)[50] .

### ١٧ ـ ١٦ ضبط أسطوانة الدراس :

من الواجب أن تكون سرعة الأسطوانة والخلوص بين الأسطوانة والصدر سهلة الضبط . وتختلف متطلبات الضبط تبعاً لنوع المحصول ، وغالباً تتغير أثناء اليوم تبعاً لتغير الظروف الجوية . وقد يتطلب الأمر زيادة السرعة (أو تقليل الخلوص) في الصباح عنه في فترة ما بعد الظهر . وعموماً يتم تغيير سرعات

الأسطوانة إما بواسطة سير متغير السرعة يتم التحكم فيه من كابينة السائق أو بتغير العجلات المسننة على جنزير نقل الحركة .

وفي بعض النماذج الحديثة يضبط الخلوص برفع أو خفض الأسطوانة . ومع ذلك فمعظم آلات الضم والدراس تزود بنظام لتحريك الصدر عن طريق عمود مرفقي أو رافعة في كابينة السائق . وفي هذا الترتيب ـ عادة ـ يتم ضبط الخلوص الأمامي والخلفي وتغييرهما في آن واحد ، ولكن بتغير أقل في الخلف عن الأمام . وهذه العلاقة تعطي بطريقة أوتوماتيكية خلوصاً أكبر أمامياً عن الخلف .

ويجب أن يكون واضحاً من المناقشات السابقة أن هناك عديداً من العوامل الهامة يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار أنسب سرعة للأسطوانة وأنسب مسافة خلوص تبعاً للظروف الخاصة .

ويشير جدول رقم ١٧ ـ ٢ إلى مدى الأرقام النمطية للسرعات المحيطية لأسطوانة الدراس ومسافة الخلوص لبعض المحاصيل المختلفة . وهذه الأرقام مبنية على نتائج بحثية وخلاصة التوصيات الموجودة في الكتالوجات المنشورة لمختلف الشركات ، وقد حذف تأثير قطر الأسطوانة باعتبار السرعة المحيطية كبديل عن السرعة الدورانية (دورة/ دقيقة) . ونظراً لطبيعة تعدد مرات مرور المواد أثناء دراسها على أسطوانات الدراس المحورية ولذلك يمكن أن تكون السرعة المحيطية لها أقل بعض الشيء ، وأن تزيد أيضاً قيمة الخلوص عما هي عليه جدول ١٧ ـ ٢ لأسطوانات الدراس ذات الجرايد المسننة ، فكلا العاملين يؤدي إلى تقليل تلف البذور .

جدول ١٧ ـ ٢ السرعات المحيطية لأسطوانة الدراس ومسافات الخلوص النمطية للمحاصيل المختلفة .

| المحصول | السرعة المحيطية (جرايد مستقيمة ـ أو ـ أصابع) | | متوسط الخلوص للأسطوانات ذات الجرايد* | |
|---|---|---|---|---|
| | متر / الثانية | قدم/ دقيقة | ملليمتر | بوصة |
| برسيم حجازي | ٢٣ ـ ٣٠ | ٤٥٠٠ ـ ٦٠٠٠+ | ٣ ـ ١٠ | ١/٨ ـ ٣/٨ |
| شعير | ٢٣ ـ ٢٨ | ٤٥٠٠ ـ ٥٥٠٠ | ٦ ـ ١٣ | ١/٤ ـ ١/٢ |
| فاصوليا (أكل) | ٨ ـ ١٥ | ١٥٠٠ ـ ٣٠٠٠ | ٨ ـ ١٩ | ٥/١٦ ـ ٣/٤ |
| فاصوليا (تقاوي)** | ٥ ـ ٨ | ١٠٠٠ ـ ١٥٠٠ | ٨ ـ ١٩ | ٥/١٦ ـ ٣/٤ |
| برسيم | ٢٥ ـ ٣٣ | ٥٠٠٠ ـ ٦٥٠٠ | ١,٥ ـ ٦ | ١/١٦ ـ ١/٤ |
| ذرة، في الحقل | ١٣ ـ ٢٠ | ٢٥٠٠ ـ ٤٠٠٠ | ٢٢ ـ ٢٩ | ٧/٨ ـ ١ ١/٨ |
| جوت | ٢٠ ـ ٣٠ | ٤٠٠٠ ـ ٦٠٠٠++ | ٣ ـ ١٣ | ١/٨ ـ ١/٢ |
| ذرة رفيعة | ٢٠ ـ ٢٥ | ٤٠٠٠ ـ ٥٠٠٠ | ٦ ـ ١٣ | ١/٤ ـ ١/٢ |
| شوفان | ٢٥ ـ ٣٠ | ٥٠٠٠ ـ ٦٠٠٠ | ٥ ـ ١٣ | ٣/١٦ ـ ١/٢ |
| بازلاء | ١٠ ـ ١٥ | ٢٠٠٠ ـ ٣٠٠٠ | ٨ ـ ١٩ | ٥/١٦ ـ ٣/٤ |
| أرز | ٢٣ ـ ٢٨ | ٤٥٠٠ ـ ٥٥٠٠ | ٥ ـ ١٠ | ٣/١٦ ـ ٣/٨ |
| شيلم | ٢٥ ـ ٣٠ | ٥٠٠٠ ـ ٦٠٠٠ | ٥ ـ ١٣ | ٣/١٦ ـ ١/٢ |
| فول صويا | ١٥ ـ ٢٠ | ٣٠٠٠ ـ ٤٠٠٠ | ١٠ ـ ١٩ | ٣/٨ ـ ٣/٤ |
| قمح | ٢٥ ـ ٣٠ | ٥٠٠٠ ـ ٦٠٠٠ | ٥ ـ ١٣ | ٣/١٦ ـ ١/٢ |

* عادة يكون الخلوص الأمامي أكبر قليلاً عن الخلوص الخلفي .

+ تحت الظروف المناخية الجافة، يجب أن تنخفض السرعات تحت ٢٥,٥ متر/ثانية (٥٠٠٠ قدم/ دقيقة) وذلك لتجنب التلف الزائد للحبوب(١١) .

** مبنية على بيانات في المرجع رقم ٦ .

++ تحت الظروف المناخية الجافة، تتطلب بعض الأنواع سرعات في حدود فقط بين ١٢,٥ إلى ٢٠,٥ متر/ثانية . (٢٥٠٠ إلى ٤٠٠٠ قدم/دقيقة) .

## ١٧ ـ ١٧ الفصل :

كما أشير في المناقشات السابقة أن جزءاً كبيراً من فصل البذور عن القش لتمر من خلال فتحات الصدر تتم في وحدة الدراس عندما تكون مكونة من أسطوانة ذات جريد مضرسة وصدر بفتحات . وتقل كمية البذور المفصولة في حالة أسطوانة الدراس ذات الأصابع عن أسطوانة الدراس ذات الجريد . وتتراوح مساحة فتحات الصدر عامة في النماذج المصنعة في أعوام ١٩٧٧ بين ٦ إلى ١٦٪ من مساحة الردخات.

وعادة تفصل باقي البذور والسنابل التي لم يتم دراسها والقرون وكمية من المواد العصافية وكميات أخرى من المواد الغريبة بواسطة الرداخات . وهذه الرداخات إما أن تكون قطعة واحدة أو متعددة الأقسام .

والرداخات المتعددة الأقسام هي الأكثر شيوعاً . . وتتكون من أقسام بجانب بعضها عددها من ٣ إلى ٦ وبعرض من ٢٠٣ إلى ٣٠٥ مليمتر [٨ إلى ١٢ بوصة] وتركب جميعها على عمودي مرفق من الأمام والخلف . وتتحرك هذه الأقسام حركة ترددية في اتجاه المحور الطولي للآلة ، وفي نفس الوقت حركة إلى أعلى وإلى أسفل وبالتالي تتحرك المواد الموجودة عليها إلى أعلى وإلى مؤخرة الآلة على أجزاء في كل دورة من دورات الأعمدة المرفقية ، وذلك بفعل الاهتزازات المتكررة ولوجود الأصابع المشرشرة على أقسام الرداخات التي تحافظ على حركة القش في اتجاه مؤخرة الآلة بصفة مستمرة (شكل ١٧ ـ ٢) .

وتنتقل البذور التي تمر من خلال فتحات الرداخات إلى مقدمة الآلة منزلقة على سطح انزلاقي لتسقط على مقدمة الغربال . وقد يكون لكل قسم من الرداخات سطح انزلاقي خاص به لتوجيه البذور ونقلها لمقدمة الآلة .

ومعظم الأعمدة المرفقية المركبة على الرداخات يكون قطرها حوالى

١٠٢ملليمتر [٤ بوصات] وتدور بسرعة من ١٨٥ إلى ٢٢٥ دورة في الدقيقة . وتستخدم إحدى الشركات أعمدة مرفقية بقطر ١٥٢ملليمتر [٦ بوصات] وتدور بسرعة ١٥٧ دورة في الدقيقة .

ويذكر المرجع رقم ٢٤ أن سرعة دوران العمود المرفقي يجب أن تحدد من العلاقة $r\omega^2 = 2\,g$ حيث r هي نصف قطر عمود المرفق ، ω هي سرعة الدوران بالتقدير الدائري في الثانية ، g هي عجلة الجاذبية . وتحت هذه الظروف تكون قيمة القوة الطاردة المركزية ضعف قوى الجاذبية والتي تجعل صافي القوة المتجهة لأعلى عند قمة الحركة مساوية إلى ( g - ) . والسرعات المحسوبة من هذه العلاقة تكون ١٨٨ دورة في الدقيقة لعمود المرفق ذي القطر ١٠٢ ملليمتر [ ٤ بوصات ]، و١٥٣ دورة في الدقيقة للعمود ذي القطر ١٥٢ مليمتر (٦ بوصات) وهي أقل قليلاً من السرعات المشار إليها سابقاً .

وقد ازدادت إمكانية استخدام وسائل الفصل الدوارة بدلاً من الرداخات لسنين عديدة (٦٣)،(٤٦) . وتوافرت آلات للضم والدراس بصفة تجارية في منتصف السبعينات ولنوعين مختلفين لوسائل الفصل الدوارة . وإحدى هذه الوسائل (شكل ١٧ ـ ٣) عبارة عن شبكة من الجرايد وعليها واحد أو أكثر من الأعضاء الدوارة ذات الريش والتي تعمل على سرعات عالية حيث إنها امتداد محوري لوحدات الدراس ذات الجريد المسننة . ويتم احتكاك مواد المحصول بين جرايد شبكة الفصل أثناء دوران وتحرك هذه المواد لمؤخرة الآلة . وتسبب القوى الطاردة المركزية تحرك البذور للخارج خلال القش وأيضاً خلال فتحات شبكة الفصل . وتصل قيم القوى الطاردة المركزية المؤثرة على مواد المحصول إلى حوالى ٢٠٠ ضعف قوى الجاذبية عندما تصل السرعة المحيطية للأعضاء الدوارة التي بقطر ٤٣٢ مليمتراً [١٧ بوصة] في شكل (١٧ ـ ٣) إلى ٢٣ متر/ الثانية [٤٥٠٠ قدم/ دقيقة] «وهي سرعة محيطية نمطية لأسطوانة دراس حبوب الغلال» .

والنموذج الآخر عبارة عن أسطوانة مثقبة دوارة تلقم إليها مواد المحصول من أسطوانة الدراس العادية ذات الجرايد المسننة . ومحور هذه الأسطوانة أفقياً وهي بقطر ١,٦٨ متراً [٦٦ بوصة]، وبطول ٢,٧٤ متراً [٩ أقدام] ، وقطر ثقوبها ١٣ملليمتر (½ بوصة ]، وسرعة دورانها ٣٤ لفة/ دقيقة تقريباً . وتوجد داخل الأسطوانة بريمة (بقطر ٢٢٩ملليمتراً [٩ بوصات]) في محاذاة محورها وقرب سطحها الداخلي عند قمتها ، حيث تلتقط شرائح من خليط البذور والقش من سطح الأسطوانة وبمساعدة مروحة هواء تتحرك المواد تدريجياً في اتجاه نقطة التفريغ . وتقذف القوى الطاردة المركزية معظم المواد التي تمر تحت البريمة مرة ثانية إلى الأسطوانة . فقيم القوة الطاردة المركزية على محيط الأسطوانة تصل إلى ١,٠٧ مثل قوة الجاذبية . وتوجه البذور والمواد العصافية المارة خلال ثقوب الأسطوانة إلى مقدمة الآلة عن طريق مجموعة من لابريمات المتوازية ، والتي تلقم بالتالي على غرابيل التنظيف لتلحق بالمواد التي تم فصلها من خلال فتحات الصدر .

وقد وجد ووربلسكي وسميث [٥٢] أنه بالنسبة للقمح والشعير قد زادت فواقد الفصل في أسطوانات الدراس المحورية ووحدات الفصل بدرجة أقل مع زيادة معدل التلقيم عن الفواقد الناتجة من الرداخات أو الأسطوانة الدوارة .

**١٧ ـ ١٨ أداء الرداخات :**

إن مقياس أداء الرداخات أو أي من وسائل الفصل الأخرى هو نسبة البذور والرؤوس التي لم يتم دراسها أو القرون المفصولة من القش أو المواد العصافية . ومع ذلك ، فإن نسبة المواد غير الحبوب والتي تمر من خلال فتحات الرداخات تعتبر من الأهمية أيضاً حيث إنها تمثل عبئاً على الغرابيل . ويتأثر كلا العاملين بنوع وحالة المحصول وتصميم الرداخات . وعموماً يمثل فقد الرداخات الجزء الأعظم من الفقد الكلي مع حبوب الغلال [٣٥] ، ولكن قد

يمكن إهمالها مع المحاصيل ذات البذور الصغيرة مثل البرسيم [١١] . ويعتبر معدل تلقيم مواد غير الحبوب ، ونسبة الحبوب إلى مواد غير الحبوب من العوامل الهامة المؤثرة على فقد الرداخات لمحصول معين .

وقد أجريت سلسلة من الاختبارات الشاملة في جامعة ساكاتشوان [٤٠،٤١] لتحديد تأثير سرعة الأعمدة المرفقية للرداخات ، قطر عمود المرفق ، نسبة الحبوب إلى المواد غير الحبوب ، معدل التلقيم وعوامل أخرى على كفاءة فصل الحبوب من الرداخات . وقد استعملت وحدة فصل مكونة من أربعة أقسام بعرض ٢٠٣ مليمتراً [٨ بوصات] وبطول ٢,٤٤ متر [٩٦ بوصة] ويتم تلقيم الوحدة من أسطوانة دراس ذات جرايد مسننة بنفس الطريقة ، كما يحدث في آلات الضم والدراس العادية . وتم تلقيم المواد المحصودة بآلة الحصاد والربط عن طريق سير ناقل وذلك بعد تخزين المحصول لفترة وتهيئته للحصول على المحتوى الرطوبي المطلوب في القش . وكل هذه التجارب تمت على محصول القمح وعند محتوى رطوبي للقش بين ٩ إلى ١٠٪ .

وقد أجريت التجارب باستخدام مقاسين لأعمدة المرفق المركبة عليه الرداخات حيث كانت أقطارها ١٠٢ ملليمتراً [٤ بوصات ] ، ١٥٢ مليمتراً [٦ بوصات] ، وعند ثلاث سرعات لكل منهما . وقد كانت نتائج فقد الرداخات عند ثلاث معدلات تلقيم كلية والتي أخذت من المرجع رقم ٤٠ هي كالآتي :

| معدل التلقيم الكلي | كيلوجرام/ دقيقة | ١٣٦ | ٢٢٧ | ٣١٨ |
|---|---|---|---|---|
| | [ رطل / دقيقة ] | [٣٠٠] | [٥٠٠] | [٧٠٠] |
| نسبة فقد الرداخات مع القطر ١٠٢ ملليمتر [ ٤ بوصة ] | | | | |
| ١٥٠ لفة/ دقيقة | | ٢ | ١١ | ٣٤ |
| ٢٠٠ لفة/ دقيقة | | ١ | ٦ | ١٨ |
| ٢٥٠ لفة/ دقيقة | | ٢ | ٨ | ١٧ |

نسبة فقد الرداخات مع القطر ١٥٢ ملليمتر [ ٦ بوصة ]

| | | | |
|---|---|---|---|
| ١٣٠ لفة/ دقيقة | ٢ | ٨ | ١٧ |
| ١٥٠ لفة/ دقيقة | ٢ | ٨ | ١٤ |
| ١٧٠ لفة/ دقيقة | ٦ | ١٤ | ٢٤ |

لاحظ أن أقل فقد كان عند سرعة ٢٠٠ لفة/ دقيقة مع عمود المرفق الذي بقطر ١٠٢ملليمتر وعند سرعة ١٥٠ لفة/ دقيقة للقطر ١٤٢ ملليمتراً. ولا تعتبر هذه النتائج قابلة للمقارنة لعمودي المرفق بسبب استخدام نوعين مختلفين من الرداخات في هذه الحالة . ومع ذلك فقد أجريت تجارب للمقارنة عند معدل تلقيم كلي يتراوح بين ٤٥ إلى ٣٢٠ كيلوجرام/ دقيقة [١٠٠ إلى ٧١٠ رطل/ دقيقة] واستخدم فيها نفس نوعية الرداخات مع اختلاف قطر عمود المرفق المركبة عليها . وقد كانت قيم الفقد متساوية تقريباً للقطر ١٠٢ ملليمتر عند سرعة ٢٠٠ لفة/ دقيقة مع القطر ١٥٢ ملليمتراً عند ١٥٠ لفة/ دقيقة ، ولكن وجد أن هناك احتياج لحواجز أقوى فوق الرداخات في حالة عمود المرفق ذي القطر ١٥٢ ملليمتراً للحصول على أداء مرضي .

وقد أشارت التجارب الحقلية في ألمانيا على مختلف المحاصيل [٢٤] ، والاختبارات المعملية في روسيا ، بالإضافة إلى الخبرة العامة أنه عندما يكون قطر عمود المرفق المتصل بالرداخات هو ١٠٢ ملليمتر [٤ بوصات] والسرعة حوالى ٢٠٠ لفة/ دقيقة فإن هذه الظروف تعطي أقل فقد للرداخات لمعظم بذور المحاصيل . وعموماً فإن السرعة الزائدة لعمود المرفق تزيد من فقد الرداخات وذلك لأنه كلما زادت سرعة نقل المواد قل الزمن اللازم لعملية الفصل . وقد تعيق السرعات المنخفضة من عملية الفصل بسبب كبر سمك طبقة القش ، وربما تؤدي أيضاً إلى تلقيم رديء .

وتأثير نسبة الحبوب/ مواد غير الحبوب قد حدد في دراسات

ساسكاتشوان [٤١] وذلك بعمل سلسلة من الاختبارات على معدلات تلقيم مختلفة لكل من الظروف الآتية :

١ ـ طول عادي للقش (حوالى ٦٤ سنتيمتراً [٢٥ بوصة] ، نسبة حبوب/ غير الحبوب عند أسطوانة الدراس = ٠,٧٠ .

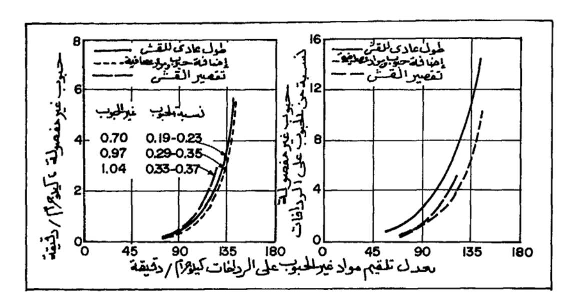
٢ ـ استخدام قش أقصر لزيادة نسبة الحبوب/ غير الحبوب لتصبح ١,٠٤ .

٣ ـ إضافة حبوب ومواد عصافية إلى المواد ذات الطول العادي من القش للحصول على نسبة الحبوب/ غير الحبوب تساوي ٠,٩٧ (وقد يمثل هذا تأثير إعادة دراس الرؤوس التي لم يتم دراسها) .

وقد كان قطر عمود المرفق ١٠٢ ملليمتر[٤ بوصات] وسرعته ٢١٠ لفة/دقيقة .

ويبين شكل (١٧ ـ ٨) تأثير كل من نسبة الحبوب/ غير ا لحبوب ومعدل التلقيم على فقد حبوب القمح ، على أساس معدلات تلقيم الحبوب والمواد غير الحبوب على الرداخات . . وقد تم الحصول على هذه المنحنيات من تحليل البيانات الموجودة في المرجع رقم ٤١ . . . وتتأثر نسب الحبوب/ غير الحبوب على الرداخات (والمبينة على المنحنى) بكمية الحبوب والمواد غير الحبوب المفصولة خلال فتحات الصدر . لاحظ أنه تزداد الفواقد بسرعة عند معدلات تلقيم لمواد غير الحبوب على الرداخات أعلى من ٩٠ كيلوجرام/ دقيقة [٢٠٠ رطل/دقيقة].

ويوضح المنحنى الأيمن أن نسبة فقد الحبوب عن معدل تلقيم معين تقل بزيادة نسبة الحبوب/ غير الحبوب وذلك لأي طريقة من الطرق السابق ذكرها، ولكن بمقدار أقل عند تقصير طول القش . بينما يبين المنحنى الأيسر أنه لا يوجد تأثير لإضافة البذور إلى العينات ذات الطول العادي للقش (أي زيادة كمية الحبوب على الرداخات بحوالي ٦٠٪ عند معدل تلقيم معين من مواد غير




**شكل ١٧ ـ ٨ تأثير نسبة الحبوب/ غير الحبوب ومعدل تلقيم الرداخات لمواد غير الحبوب على فقد البذور في الرداخات وذلك في اختبارات معملية على محصول القمح ومحتوى الرطوبة في القش من ٩ إلى ١٠٪ . ثم تلقيم الرداخات من أسطوانة دراس ذات جريد مضرسة . (W. B. Reed, G. C. Zoerb and F. W. Bigsby[41]) .**

الحبوب) على كمية الحبوب غير المفصولة .

ويوضح الجدول التالي تأثير نسبة الحبوب/ غير الحبوب على الأداء المتحد للصدر وأسطوانة الدراس والرداخات في الاختبارات السابقة، وذلك عند معدل تلقيم من مواد غير الحبوب ١٣٦ كيلوجرام / دقيقة [٣٠٠ رطل/ دقيقة] إلى أسطوانة الدراسة :

لاحظ أن كمية الحبوب عند معدل تلقيم معين من مواد غير الحبوب (نسب أعلى من الحبوب/ غير الحبوب) قد قلل من كمية الحبوب المفقودة بالكيلو جرام في الدقيقة على الرداخات. ويرجع ذلك النقص جزئياً إلى زيادة نسبة مرور المواد غير الحبوب من خلال فتحات الصدر.

وقد حلل نيبورج ومساعدوه(٣٦) نتائج التجارب والاختبارات الحقلية العديدة التي تمت في ساسكاتشوان. ووجد أن زيادة الحبوب/ غير الحبوب

| | سنابل بالطول العادي للقش | إضافة عصافات وحبـــوب | تقصيـــر طول القش |
|---|---|---|---|
| نسبة الحبوب/ غير الحبوب إلى أسطوانة الدراس | ٠,٧٠ | ٠,٩٧ | ١,٠٤ |
| معدل تلقيم الرداخات من مواد غير الحبوب : | | | |
| كيلو جرام / دقيقة [رطل/ دقيقة] | | | |
| حبوب مفصولة بواسطة الرداخات : | ١١٦ | ١٠٤ | ١٠٧ |
| كيلو جرام / دقيقة [رطل / دقيقة] | [٢٥٥] | [٢٣٠] | [٢٣٥] |
| فقد الرداخات ، نسبة من البذور | ١,٣٥ | ٠,٧٠ | ١,٢ |
| | [٣,٠] | [١,٥] | [٢,٦ |
| الداخلة لأسطوانة الدراس | ١,٤ | ٠,٥ | ٠,٨ |

الداخلة إلى الآلة قد قللت من نسبة فواقد الرداخات عند معدل تلقيم معين من المواد غير الحبوب وذلك في كل الحالات بالنسبة للقمح والشيلم وفي معظم الحالات بالنسبة للشعير والشوفان، ولكن زادت الفواقد أحياناً مع الشعير والشوفان. وقد انخفض فقد الرداخات من حبوب القمح إلى النصف عند معدل تلقيم معين من مواد غير الحبوب وذلك في إحدى المقارنات عند زيادة نسبة الحبوب/ غير الحبوب من ٠,٨٤ إلى ١,٠٤[٣٥] .

وفي حصاد لشعير جاف، فقد زاد جوس ومساعدوه[٢٠] من نسبة الحبوب إلى المواد غير الحبوب الداخلة إلى الآلة من ١,٠٧ إلى ١,٧ وذلك بقطع الشعير قرب السنابل. وقد وجد أن نسبة الحبوب المفصولة خلال فتحات الصدر بقيت تقريباً على ما هو عليه ولكن انخفضت نسبة المواد غير الحبوب المحمولة على الرداخات إلى الحد الذي تضاعفت معه نسبة الحبوب إلى مواد غير الحبوب على الرداخات. وقد كان التغير في فقد الرداخات بسيطاً (كنسبة مئوية من معدل التغذية) عند معدل تلقيم معين والداخل إلى الآلة، ولكن زاد الفقد عند زيادة معدل تلقيم مواد غير الحبوب على الرداخات .

### ١٧ ـ ١٩ تأثير طول الرداخات على الفصل

لقد حددت كمية القمح المفصولة خلال كل زيادة طولية قدرها ٣٠٥ ملليمتر [١ قدم] من طول الرداخات وذلك ـ معملياً ـ في الاختبارات التي وصفت في الجزء السابق[٤١] . وقد أشارت النتائج أنه يمكن تحديد كمية البذور التي لا تفصل عند أي نقطة على طول الرداخات من العلاقة .

$$R_L = e^{-bL} \qquad (١٧ - ١)$$

حيث :

L = المسافة على طول الرداخات بداية من نقطة التلقيم الفعالة عليها .

$R_L$ = كسر عشري لكمية البذور على الرداخات والتي لم تفصل عند المسافة L .

b = ثابت (دالة لمعدل التلقيم، نسبة الحبوب/ غير الحبوب، نوع وحالة المحصول، تصميم الرداخات، . . . . . . . . إلخ ) .

e = أساس اللوغاريتم الطبيعي .

وتبعاً للمعادلة ١٧ ـ ١ إذا قسمت الرداخات إلى وحدات طولية منتظمة، فإن كمية البذور التي تفصل في أي من هذه الوحدات تكون ثابتة وذلك من كمية البذور الموجودة على هذه الوحدة. وقد أشارت النتائج التجريبية أن المسافة الفعالة للتلقيم على الرداخات (وهي نقطة الأساس الصفرية لحساب L) كانت من ١٥٠ إلى ٢٣٠ ملليمتر [٦ إلى ٩ بوصة] من النهاية الأمامية للرداخات. فإذا علم فقد الرداخات لظروف محصول ومعدل تلقيم معين، ومعدل تلقيم البذور إلى الرداخات، فإنه يمكن استخدام هذه القيم والطول الفعلي المعروف للرداخات لتحديد قيمة b لهذه الظروف التشغيلية .

وبذلك يمكن تحديد الطول المطلوب لتقليل الفقد لبعض النسب الأخرى من المعادلة ١٧ ـ ١ .

فمثلاً بفرض أن نسبة فقد البذور على الرداخات هي ١٥٪ عندما يكون الطول L هو ٢,٤ متراً (أي أن $R_{2.4} = 0.15$)، والمطلوب أن تقلل نسبة الفقد لتصبح ٥٪ من البذور على الرداخات. فإذا كان ٧٠٪ من الحبـوب تفصل في وحـدة الدراس لتمـر من خلال فتحـات الصدر، فـإن نسب الفقد هـذه تمثـل ٤,٥٪، ١,٥٪ من البذور الداخلة إلى الآلة.

ومن المعادلة ١٧ ـ ١:

$$b = -(1n - R_L)/L = -(1n\,0.15)/2.4 = 0.791$$

وبذلك يكون الطول المطلوب ليجعل $R_L = 0.05$

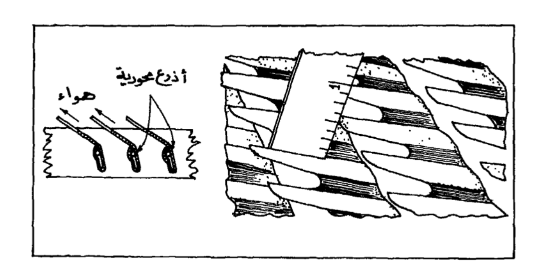
$$L = \frac{1n\,0.05}{0.791} = 3.79\ \text{m}$$

ويمثـل الطول الجـديد زيـادة قدرهـا ٥٨٪. بينما يمكن تقـدير الـزيادة المطلوبة في عرض الرداخات لتقليل الفقد بنفس المعدل بالرجوع إلى المنحنى المستمـر في (شكل ١٧ ـ ٨ الأيمن). فمعـدلات تلقيم الرداخـات لمواد غيـر الحبوب والمقابلة لنسب الفقد ١٥٪، ٥٪ هي ١٤٥ و ١٠٩ كيلوجرام/ دقيقـة [٣٢٠ و ٢٤٠ رطل/ دقيقة] على الترتيب. ولتقليل الحمل على الرداخات لكل وحدة من العرض بالنسبة ١٠٩/ ١٤٥ فيجب زيـادة العرض بمقـدار الثلث. وبذلك فإن ٣٣٪ زيادة في عـرض الرداخـات سوف تعـطي نفس التأثيـر على السعة مثل زيادة الطول بمقدار ٥٨٪. . فيمكن زيادة السعة بكفاءة أكثر بزيادة العرض عن زيادة الطول.

### ١٧ - ٢٠ غرابيل التنظيف

إن وظائف غرابيل التنظيف هي فصل البذور التي تم دراستها من المواد العصافية وبقايا النبات الأخرى والتي مرت من خلال فتحات الصدر وامتداده، وفتحات الرداخات أو أي وحدة فصل أخرى ، ومن ثم إعادة الرؤوس التي لم دراسها أو الرؤوس أو القرون التي يتم دراسها جزئياً إلى أسطوانة الدراس، والتخلص من المواد الغير مرغوب فيها .

ومعظم أنظمة الغرابيل تحتوي على غربالين كما هو مبين في شكل (١٧ - ١) ويسمى الغربال العلوي بغربال المواد العصافية، والذي - عادة - يمكن ضبط فتحاته. ويوضح شكل (١٧ - ٩) الطريقة العادية لهذا الضبط. وتتصل الأذرع المحورية مع بعضها ، وبذلك يمكن دورانها في وقت واحد لزيادة أو نقص مقاسات الفتحات. كما توجد مجموعة من الريش الطولية تتراوح المسافة بينها من ٢٣٠ إلى ٣٥٥ ملليمتر [٩ إلى ١٤ بوصة] لتساعد على انتظام التوزيع العرضي للمواد على الغربال.




شكل ١٧ - ٩ مناظر جزئية لغربال المواد العصافية

ويفصل غربال التنظيف (السفلي) البذور من قطع القش الصغيرة وأي مواد غريبة أخرى قد مرت من خلال فتحات الغربال مع البذور. . وتكون غرابيل التنظيف عادة من النوع القابل للضبط مثل غرابيل المواد العصافية المبينة في شكل ١٧ ـ ٩ ولكن بشفاه وفتحات أصغر. ويفضل استعمال الغرابيل ذات الثقوب الدائرية لحصاد محاصيل الحبوب الصغيرة مثل البراسيم بينما تستعمل أحياناً غرابيل ذات ثقوب مستطيلة مع محاصيل أخرى .

ويهتز غربال المواد العصافية وغربال الحبوب إما معاً أو عكس بعضهما، وتقلل الحركة العكسية من التصاق القش في فتحات غربال المواد العصافية. وتعلق الغرابيل على إطار محمول بواسطة ذراع متأرجح وموجه ليعطي حركة علوية أثناء تحركه للخلف، وذبذبات هذا الذراع عادة بين ٢٥٠ إلى ٣٢٥ دورة في الدقيقة. كما أن متوسطات مساحة غربال المواد العصافية بالإضافة إلى امتداده في النماذج المصنعة في عام ١٩٧٧ وصلت من ١١,٤ إلى ١٤,٧ سنتيمتراً مربعاً لكل ملليمتر من عرض أسطوانة الدراس، [٤٥ إلى ٥٨ بوصة مربعة/ بوصة] وذلك للأربعة مجاميع المبينة في جدول ١٧ ـ ١ . . .

وتشير هذه القيم إلى الزيادة النسبية في أطوال الغرابيل بزيادة حجم الة الضم والدراس. وقد وصلت قيم متوسط مساحة غربال التنظيف إلى ١١ سنتيمتراً مربعاً لكل ملليمتر من عرض أسطوانة الدراس [٤٣ بوصة مربعة/ بوصة]، ومع زيادة طفيفة بزيادة لآلات الضم والدراس الكبيرة للحصول على سعة أكبر عن زيادة الطول.

وتستعمل ـ عادة ـ المراوح الطاردة المركزية ذات مداخل للهواء على جانبيها وممتدة لتغطي معظم عرض الغرابيل. وقد تستعمل أحياناً واحد أو أثنين من الموجهات على مجرى تصرف الهواء (شكل ١٧ ـ ١). ويتم التحكم عادة في حجم الهواء الخارج بتغير سرعة المروحة عن طريق سير على شكل متغير

السرعات. وتمثل الغرابيل العريضة مشكلة في الحصول على توزيع جانبي منتظم للهواء عليها، وذلك مع استعمال المراوح ذات المدخلين. ولهذا السبب تزود بعض آلات الضم والدراس الكبيرة بمراوح ذات تصرف مستعرض. وهذا النوع من المراوح[٣٨] يقوم بسحب الهواء على العرض الكامل لمحورها الدوار خلال مدخل موازي للمحور، ثم تدفع به بدون أي تصرف محوري. وبالتالي فإن العرض هنا لا يمثل عاملاً محدداً فيما يختص بالحصول على توزيع عرض منتظم. وفي نظام آخر لآلات الضم والدراس العريضة قد تستعمل المراوح العادية بعد وضعها بعيداً عن الغرابيل، مثل وضعها على جانبي غطاء وحدات الفصل. ويسحب الهواء ويوجه من خلال ممرات توجد بداخلها مجموعة من الريش للحصول على توزيع منتظم له.

### ١٧ ـ ٢١ ظروف تشغيل الغرابيل

يجب أن تكون غرابيل التنظيف قابلة للتعامل مع مختلف ظروف التشغيل الواسعة. وكمية وطبيعة المواد التي يجب التعامل معها بواسطة الغرابيل تتأثر بأداء مجموعة الدراس من الأسطوانة ـ و ـ الصدر وفاصل القش، وأيضاً بخصائص وظروف المحصول.

وقد تكون كمية المواد غير الحبوب والتي يجب أن تتعامل معها الغرابيل بالقدر القليل مثل ٥ إلى ١٠٪ من إجمالي المواد غير الحبوب الداخلة تحت بعض الظروف[١٤]،[٢٥]،[٣٢] أو قد تكون ٥٠٪ أو أكثر مع المحاصيل ذات القش الكثير تحت الظروف الجافة[١١]،[١٤]،[٣٢] ويأتي أكثر من النصف من هذه المواد خلال جرايد امتداد الصدر[١٤]. وعموماً تقل نسبة المواد غير الحبوب والتي تذهب على الغرابيل بزيادة معدل التلقيم[١٤]،[٢٠].

وترتبط نسب الحبوب/ غير الحبوب للمواد التي على الغربال مباشرة بنسبة مواد غير الحبوب التي تذهب على الغربال حيث أن الغربال يتعامل مع

كل الحبوب الداخلة فيما عدا تلك التي تفقد من الردخات. وتزيد كمية البذور التي يعاد دراسها مع بقايا الرؤوس والسنابل من هذه النسبة. وقد تتراوح النسب الصافية للقمح والشعير (لا تشتمل على رؤوس وسنابل يعاد دراسها) من ١٠ إلى ١٥ عند الحصاد على محتوي رطوبي من ١٥ إلى ٢٠٪، وقد تنخفض إلى ٢ أو أقل للحبوب المنخفضة الرطوبة(١٤).

## ١٧ ـ ٢٢ أساسيات فصل الغرابيل

يحدث ثلاثة أنواع من الفصل في الغربال، وهي عن طريق ديناميكية الهواء، ميكانيكياً (بالاهتزاز والغربلة)، وجمع بين ديناميكية الهواء والميكانيكية. والفصل بديناميكية الهواء يعتمد على وجود اختلافات بين سرعات تعليق المكونات المراد فصلها. وقد سجل كوبر(١٤) سرعات تعليق من مختلف المصادر حيث تراوحت من ٥,١ إلى ٩,٧ متراً/ الثانية [١٠٠٠ إلى ١٩٠٠ قدم/ دقيقة] لقطع قصيرة من القش (حتى طول ١٨ سنتيمتراً [٧ بوصة]) ومن ١,٥ إلى ٢,٥ متراً/ الثانية [٣٠٠ إلى ٥٠٠ قدم/دقيقة] للعصافات. ويكون للبذور الصغيرة سرعات تعليق أقل منها للبذور الكبيرة.

وتقريباً يمكن الحصول على فصل بديناميكية الهواء لبعض المحاصيل في المعمل مع تيار رأسي من الهواء. ولكن ـ عادة ـ يكون سريان الهواء خلال غربال الفصل على زاوية أقل من ٤٥° مع المستوى الأفقي، وبذلك يمكن فصل المواد الأخف كلياً بفعل ديناميكية الهواء. ويمكن إزاحة الجسيمات ذات سرعات تعليق متوسطة، مثل القش، بفعل مجمع بين ديناميكية الهواء والميكانيكية حيث يكون القش محملاً جزئياً على الغربال، ويسحب جزئياً بميكانيكية اهتزاز الغربال.

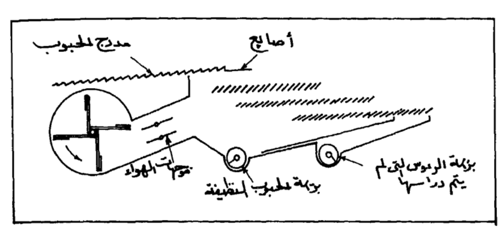
---

(*) سرعة التعليق هي السرعة المطلوبة لثبات قطعة من مادة ضد فعل تأثير الجاذبية في تيار رأسي من الهواء.

ويكون الفصل لحبوب الغلال ومحاصيل البذور الكبيرة عند معدلات تلقيم منخفضة أساساً بفعل ديناميكية الهواء، وعادة تكون فواقد الغرابيل صغيرة. وبزيادة معدل تلقيم مواد غير الحبوب لما بعد الحدود الإنتقالية له يقل فعل ديناميكية الهواء ويزداد الفعل الميكانيكي مسبباً زيادة سريعة لفقد الغرابيل عند معدلات التلقيم العالية[٣١].

ومعظم آلات الضم والدراس تسقط المواد على مقدمة غربال المواد العصافية من خلال أصابع متوازية تعمل على تفكيك تكتلات هذه المواد، وهذه الأصابع مثبتة عند مؤخرة السطح الأنزلاقي أو في مقدمة غرابيل المواد العصافية. ويوجه جزء من تيار هواء المروحة في بعض الأوقات خلال المواد الساقطة على الغربال. ويؤدي هذا التيار من الهواء إلى فصل مبدئي لجزء كبير من المواد العصافية والقش القصير وانتشار المواد على الغربال. ويؤدي هذا الفعل لأن تصبح كتلة المواد أكثر تفككاً، وبذلك يسهل هروب البذور رأسياً لأسفل خلال الخليط. وإذا لم يدفع تيار الهواء خلال المواد الساقطة على الغربال فيجب زيادة سرعة الهواء الموجه إلى مقدمة الغربال بالقدر الذي تتخلل فيه الهواء إلى خليط االبذور والقش للعمل على تفكيكه. وعادة، يكون من المطلوب تقليل السرعة في الاتجاه من الأمام إلى الخلف.

ويعطي نظام الغرابيل المبين في شكل (١٧ ـ ١٠) ثلاثة مراحل لسقوط المواد خلال تيارات الهواء. وقد طور الغربال الثالث ـ أساساً ـ لمعالجة الأحمال الزائدة من المواد العصافية والقش القصير والتي تقابل في بعض الظروف المحصولية في الولايات الغربية[١٩]. وقد بينت الاختبارات الحقلية زيادة سعة الغرابيل في حالة الشعير الجاف والقمح، وذلك بالمقارنة مع النظام التقليدي ذي الغربالين. . ولم تلاحظ أي فروقات بين أحمال الغرابيل في حالة فول الصويا، الذرة، أو القمح الغير مروي، وذلك لأن أحمال الغرابيل تكون عادة منخفضة ولا تمثل مشكلة[١٩].




شكل ١٧ ـ ١٠ نظام تخطيطي لثلاث غرابيل تعطي ثلاث مراحل لسقوط المواد خلال تيارات الهواء.

وفي آلات الضم والدراس التي تحتوي على أسطوانة فصل دوارة (قسم ١٧ ـ ١٧) يسقط خليط الحبوب والمواد العصافية من خلال وحدة شفط تقوم بإبعاد جزء كبير من المواد العصافية بفعل ديناميكية الهواء وذلك قبل تلقيم الخليط على غرابيل التنظيف. وتسحب المروحة الهواء إلى الداخل وتوجهه لأعلى خلال منطقة الفصل ثم تصرف خليط الهواء والمواد العصافية إلى مؤخرة الآلة. ويتم التحكم في سرعة الهواء عن طريق خانق يمكن ضبطه.

ويميل فعل غربال التنظيف (شكل ١٧ ـ ١) بأن يكون ميكانيكياً[١٤]. ويعتمد الآداء هنا على العديد من المتغيرات والتي تشمل خصائص تسارع حركة الغربال، التداخل بين الغربال والمواد، خصائص المادة (مثل «الالتصاق»)، وتناسبات المواد من حيث كونها أكبر أو أصغر من حجم معين[١٤]. وتساعد رقة طبقة المواد على الغربال من تخلل البذور، بينما تعيق السرعة العالية من تخلل البذور وذلك بسبب عامل الوقت.

### ١٧ ـ ٢٣ أجزاء النبات الغير مدروسة

يتم توجيه الرؤوس غير المدروسة والتي مرت من خلال غربال العصافات وعلى غربال التنظيف إلى بريمة خاصة بها. ونظرياً يجب أن تسقط الرؤوس

غير المدروسة وأجزائها من خلال الفتحات الكبيرة لامتداد غربال العصافات (شكل ١٧ ـ ١)، ولكن نظراً لصغر سرعة تعليق رؤوس القمح أو الشعير مع كبرها نسبياً عن قطع القش فلا تكون الغرابيل دائماً فعالة في استردادها[١٤].

وتمثل الرؤوس غير المدروسة المكون الأكبر مما تحمله البريمة لإعادة دراسها، ولكنها أحياناً قد تمثل أقل من ١٠٪ من المجموع الكلي له[١٤]،[٢٠]. وغالباً تمثل البذور الحرة (المدروسة) نسباً من ٥٠ إلى ٩٠٪ مما تحمله البريمة[١٤]،[٢٠]، ويتكون الباقي من قطع صغيرة من السيقان والعصافات وحطام النبات الأخرى. وقد بين جوس ومساعدوه[٢٠] أن الحبوب الحرة (للشعير) والموجودة مع محتويات ما تحمله بريمة إعادة الدراس كانت تعادل من ٣٠ إلى ٤٠٪ من إجمالي الحبوب الداخلة للخزان. وفي اختبارات أخرى على القمح والشعير في كاليفورنيا وايداهو كان معدل أجزاء النبات غير المدروسة من ٧٪ إلى ٣٠٪ من إجمالي الكمية الداخلة للغرابيل[١٤].

وتعود أجزاء النبات غير المدروسة مرة أخرى إلى أسطوانة الدراس الرئيسية أو إلى أسطوانة مساعدة لإعادة الدراس. وتزود كابينة القيادة بوسائل تساعد السائق على آداء الفحص العيني وأخذ عينات من هذه المواد قبل وصولها إلى الأسطوانة وذلك أثناء تشغيل آلة الضم والدراس. وتعطي كمية ومكونات المواد التي تعود لاعادة دراسها بعض المؤشرات عن آداء أسطوانة الدراس والغرابيل مع مؤشرات للضبط المطلوب أو تخفيض السرعة الأمامية.

### ١٧ ـ ٢٤ آداء الغرابيل

يتأثر آداء الغرابيل بعدة عوامل منها تصميم الغربال، نوع وحالة المحصول، معدل تلقيم مواد غير الحبوب على الغربال، نسبة الحبوب/ غير الحبوب على الغربال، ضبط الغربال، وميل الآلة. وتكون عناصر تقييم الآداء هي كمية الحبوب التي تفقد، نظافة البذور وكمية أجزاء النبات الغير مدروسة.

وتفقد البذور من مؤخرة الغرابيل بحملها بتيار الهواء المدفوع للخارج، ارتدادها للخارج أو حملها مع أجزاء النبات المختلفة الخارجة. ويجب الحفاظ على أن تكون أجزاء النبات غير المدروسة أقل ما يمكن، وذلك لأن إعادة دراسها تزيد من الحمل على الغرابيل، وبذلك يزداد فقد البذور. فقد تجب التضحية بالنظافة في حصاد محاصيل الحبوب الصغيرة في بعض الأحيان، وذلك لتجنب الفواقد الزائدة للغرابيل. وتزال النفايات بعد ذلك في عملية إعادة التنظيف.

وقد تمثل فواقد الغرابيل جزءاً كبيراً من الفقد الكلي عند حصاد محاصيل الحبوب الصغيرة أو قد تكون أقل أهمية عند حصاد محاصيل الغلال. ةتزداد فواقد الغرابيل بسرعة بزيادة معدل تلقيم المواد غير الحبوب عندما تكون الغرابيل محملة أكثر من اللازم (شكل ١٧ ـ ١١). فمن المهم أن توزع المواد التي تأتي إلى الغرابيل من الصدر وامتداده والردخات توزيعاً مستعرضاً منتظماً على هذه الغرابيل لتجنب زيادة تحميل جزء معين من الغربال.

ويبدو أن تأثير نسبة الحبوب/ غير الحبوب على فقد الغربال يكون متغيراً بعض الشيء، اعتماداً على نوع وحالة المحصول، وربما إلى حد ما على ضبط العربال. فعند حصاد القمح في ساسكاتشوان كان الارتباط بين فقد الغربال ونسبة الحبوب/ غير الحبوب الداخلة إلى الآلة، عند معدل تلقيم معين من مواد غير الحبوب سالباً في العادة[٣٥]،[٣٦].

ولكن بتحليل البيانات المسجلة من الاختبارات المعملية على القمح باستعمال غربال قياسي وبدون غربال تنظيف[٣١] أشارات النتائج إلى وجود ارتباط موجب عند معدل تلقيم معين من مواد غير الحبوب على الغربال.

وعند حصاد الشعير في كاليفورنيا[٢٠] فقد نتج عن تقليل نسبة الحبوب/ غير الحبوب بقطع النبات على مستوى منخفض لزيادة طول القش، نقص ملموس في فواقد الغربال عند معدل تلقيم معين من مواد غير الحبوب (أي

ارتباط موجب). وقد وجد نيبورج ومساعدوه[٣٦] أن تقليل نسبة الحبوب/ غير الجبوب قللت في بعض الأحيان من فقد الغربال وذلك مع الشعير والشوفان.

**١٧ ـ ٢٥ تأثير عمليات ضبط وميل الغرابيل**

إن عمليات الضبط الأساسية الثلاثة التي تتم على الغرابيل هي ضبط مقاس فتحات غربال المواد العصافية، ضبط مقاس فتحات غربال التنظيف (وتشمل تركيب وتغيير غرابيل ذات فتحات ثابتة)، وضبط كمية الهواء الخارج من المروحة. وعمليات الضبط الأخرى والتي قد تكون أو لا تكون متوفرة في الآلة، وتشمل مقاس الفتحات، ميل امتداد غربال المواد العصافية، ميول غرابيل المواد العصافية، والتنظيف، واتجاه هواء المروحة. ويميل الاتجاه الحديث نحو تقليل عدد عمليات الضبط المحتملة.

وتزداد الفواقد إذا زادت كمية الهواء وأصبحت عالية جداً وذلك لأن تيار الهواء الشديد يحمل معه البذور إلى خارج مؤخرة الآلة، كما يحد أيضاً التيار العالي من التخلل للبذور عبر خليط القش. وتعيق السرعات العالية من مرور البذور خلال الفتحات في غربال التنظيف وبذلك تزداد كمية البذور الحرة التي تذهب مع باقي أجزاء النبات لإعادة الدراس[٢٠]. وترتبط الكمية القصوى للهواء والتي يمكن استخدامها بأقل سرعة تعليق للبذور والمحددة بحجمها ووزنها النوعي، وخصائص المقاومة الديناميكية للهواء.

وينتج عن نقص كمية الهواء زيادة كميات النفايات مع البذور النظيفة وزيادة كميات المواد العصافية وشوائب النبات الأخرى مع أجزاء النبات التي تذهب لإعادة دراسها. وتزداد فواقد البذور في بعض الأوقات بتقليل سرعة الهواء تحت مدى أمثل، وذلك لعدم حدوث التفكيك المناسب للخليط الموجود على غربال المواد العصافية مما يسبب زيادة في كمية البذور المحمولة للخارج في طبقة القش.

وقد وجد جوس ومساعدوه[٢٠] أنه قد زادت فواقد الغرابيل مع الشعير وبسرعة عندما كان حجم الهواء عالياً جداً أو منخفضاً جداً. وقد زادت فواقد البرسيم قليلاً بتخفيض حجم الهواء تحت الحد الأمثل[١١]. كما وجد سمبسون[٤٤] في اختبارات معملية مع القمح أن فواقد الغرابيل قد انخفضت عند تقليل حجم الهواء خلال المدى المستعمل في الاختبارات حيث حددت أقل كمية هواء بالقدر المسموح به من الشوائب مع البذور النظيفة.

وإذا كانت فتحات غربال المواد العصافية أو امتداد الغربال كبيرة جداً بالنسبة لعلاقتها بكمية الهواء فينتج عن ذلك زيادة كبيرة في كمية المواد العصافية والحطام التي تذهب مع أجزاء النبات لاعادة الدراس. كما أنه إذا كانت الفتحات صغيرة جداً فينتج عن ذلك أن تحمل البذور إلى الخارج مع طبقة المواد الخارجة. وزيادة مقاس الفتحات في غرابيل المواد العصافية التي يمكن ضبط هذه الفتحات فيها لها تأثير مطلوب لزيادة ميل تيار الهواء مما يسمح بتخفيض أكثر للسرعات الكلية لمركبة رأسية معينة.

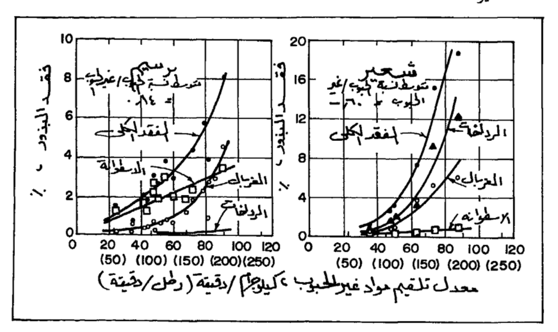
وتتسبب فتحات غربال التنظيف الصغيرة جداً في زيادة كبيرة في كمية البذور التي تذهب مع أجزاء النبات لإعادة الدراس. أما زيادة الفتحات لحد كبير فتؤدي إلى زيادة كمية الشوائب مع البذور النظيفة.

وعموماً تزداد فواقد الغرابيل بإمالة الغرابيل إما جانبياً أو طولياً. وقد بحث سمبسون[٤٤] تأثير ميل الغرابيل في الاتجاه الأمامي ـ الخلفي (الطولي) وذلك لأن بعض آلات الضم والدراس التي تعمل على الهضبات والتلال لا يكون لها وسيلة للتسويق في الاتجاه الأمامي ـ الخلفي. وقد كان متوسط فواقد الغرابيل في اختبارات حقلية مع القمح حوالي ٤٪ عند ميل طولي قدره + ١٥°(مؤخرة الغربال هي المنخفضة)، ١,٥٪ عند ميل قدره صفراً، ٠,٥٪ عند ميل قدره - ١٥° طالما أنه لم يتم تحميل أكثر من اللازم على الغرابيل. كما قد لوحظ

زيادة الفواقد بكثرة في بعض الاختبارات على الأرض المنحدرة لأسفل حيث أدت زيادة معدلات التلقيم العالية إلى زيادة تحميل الغرابيل أكثر من اللازم عندما كانت نقطة نهاية خروج المواد مرتفعة.

## ١٧ ـ ٢٦ الأداء الكلي لآلة الضم والدراس

كما أشير ـ سابقاً ـ في هذا الباب، فإن القيم النسبية للأنواع المختلفة لفقد البذرة تتغير تغيراً واسعاً في ما بين المحاصيل المختلفة وحالة هذه المحاصيل. ويمثل شكل (٢٧ ـ ١١) مثالين لفقد البذرة لمحصولين مختلفين. ويلاحظ أن نسبة الحبوب/ غير الحبوب كانت أقل بكثير في اختبارات البرسيم عنها في اختبارات الشعير وأن مجموع نصف المواد غير الحبوب تقريباً قد ذهب على الغرابيل في حالة اختبارات البرسيم، بينما كانت الثلث في حالة اختبارات الشعير.




**شكل ١٧ ـ ١١ تأثير معدل التلقيم على فواقد البذرة لآلة ضم ودراس بعرض ٣,٧ متراً (١٢ قدم) في وادي ساكرامنقوا، كاليفورنيا. (هذه البيانات من محطة التجارب الزراعية بكاليفورنيا، ١٩٥١ ـ ١٩٥٥. بيانات الشعير أيضاً موجودة في المرجع رقم ٢٠).**

وقد حلل نيبورج ومساعدوه[٣٦] بيانات الفقد التي جمعت خلال اختبارات على عشرة آلات ضم ودراس مختلفة في حصاد القمح ، الشعير، الشوفان والشيلم، وقد غطت كل سلسلة من الاختبارات مجالاً من معدلات التلقيم. وقد وجدوا أن هناك نموذجاً رياضياً ملائماً جداً ويناسب فواقد الرداخات عندما شملت النتائج مدى واسعاً من معدلات التلقيم ويناسب فواقد الغرابيل عندما كانت الغرابيل محملة تحميلاً كثيراً، ويناسب فواقد الأسطوانة تحت ظروف صعبة الدراس حيث أمكن التعبير رياضياً عن نسبة الفقد على النحو التالي :

$$L = a\,(NGF)^{b}\,(G\,/\,NG)^{c} \qquad (١٧ - ٢)$$

حيث : L = نسبة الفقد

NGF = معدل تلقيم مواد غير الحبوب

G/NG = نسبة الحبوب / غير الحبوب

وتختلف الثوابت b, a وc مع ظروف المحصول المختلفة ، نوع الفقد والآلات المختلفة .

وعندما تهمل الاختلافات في نسبة الحبوب/ غير الحبوب ، فيمكن عادة الحصول على تمثيل رياضي أحسن ، وذلك عندما يكون المتغير المستقل هو معدل تلقيم مواد غير الحبوب بدلاً من معدل التلقيم الكلي [٣٦] وعندما تؤخذ الاختلافات في نسبة الحبوب/ غير الحبوب في الاعتبار (كما في المعادلة ١٧ ـ ٢) فكلا العنصرين أعطيا تطابقاً جيداً بدرجة متساوية .

بالرغم من أن سعة آلة الضم والدراس قد تحدد باختناق أو تعطيل واحد أو أكثر من الوحدات الوظيفية بها أو بمقدار القدرة المتاحة ، فإن فقد البذور هو ـ عادة ـ العامل الضابط لأدائها . وفى بعض الأحيان يؤخذ معدل تلقيم مواد غير

الحبوب أو معدل التلقيم الكلي والمقابل لنسبة فقد معينة (مثلاً ١ : ٢أو ٣٪) كمؤشر لسعة آلة الضم والدراس ولمحصول معين وتحت ظروف معينة . وقد عرفت الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين سعة آلة الضم والدراس على أنها معدل التلقيم الكلي عند ٣٪ فقد كلي ، وهو مجموع فقد (أسطوانة الدراس + الرداخات + الغرابيل) وذلك لمحصول معين ، نسبة حبوب/ غير الحبوب ، محتوى رطوبي للحبوب ومحتوى رطوبي للمواد غير الحبوب . ومن وجهة النظر الاقتصادية ، يعتمد الفقد المسموح به على قيمة المحصول وعلاقته بتكاليف الحصاد عند مستويات فقد مختلفة .

### ١٧ ـ ٢٧ الاختبار الحقلي :

لتقدير الأداء الحقلي للمكونات الوظيفية لآلة الضم والدراس ، في نفس الوقت يتم تجميع المواد الخارجة من الرداخات ، والمواد الخارجة من الغرابيل ، والبذور الداخلة إلى خزان الحبوب . ويتم الحصول على هذه التجميعات أثناء تحرك الآلة على سرعة ثابتة فوق مسافة ووقت يتم قياسهما ، ويفضل انتظام ظروف المحصول خلالها ، ويجب أن تصل آلة الضم والدراس إلى ظروف تشغيلية مستقرة على معدل تلقيم ثابت قبل البدء في التجميع . . . وإذا كان المطلوب جمع عينات من المواد التي تذهب لإعادة الدراس داخل الآلة فيتم توجيه هذه المواد إلى خزان خاص للتجميع لعدة ثواني (يقاس الوقت) مباشرة بعد توقف تجميع العينات الأخرى من الآلة .

وقد يمكن الحصول على تجميعات منفصلة من الرداخات والغرابيل بسحب قطعتين من القماش (مثل الذي يصنع منه الخيام) خلف الآلة مع الإمساك بنهايتها الأمامية ، حيث تكون واحدة فوق الأخرى وفي أماكن مناسبة . وتتكون المواد المجمعة على القماش العلوي من قش ، حبوب تم دراسها (فقد رداخات) ، وبعض من البذور التي لم يتم دراسها (فقد الأسطوانة) . وتتجمع

على القماش الأصلي المواد العصافية وبذور حرة من الغربال بالإضافة إلى بعض البذور التي لم تدرس . وقد طورت بعض الشركات والهيئات الأخرى وسائل جمع المواد إما ميكانيكياً أو نصف أوتوماتيكياً وعلى درجات مختلفة من التعقيد [٢١]،[٣٥] .

وبعد وزن ما جمع من عينات يتم تنظيف المواد التي تجمعت على كل قطعة قماش لفصل البذور الحرة ـ وتعاد المواد مرة أخرى لوحدة دراس خاصة لدراس باقي البذور ويعاد تنظيفها لفصل الحبوب لم يتم دراسها أصلاً . وتحسب نسبة الفواقد عند النقط المختلفة : على أساس الوزن الكلي لجميع البذور التي جمعت أثناء الاختبار . ويكون للشركات والهيئات الملتزمة ببرامج مكثفة للاختبارات الحقلية معدات خاصة لتجهيز وإعداد العينات في الحقل .

ويمكن تقدير فواقد الضم بوضع إطار معلوم المساحة في عدد من الأماكن وبطريقة عشوائية في الحقل ، وتلتقط البذور والرؤوس المتناثرة داخل هذا الإطار في كل مرة . . . ويجب عدم وضع هذه الإطارات حيث تسقط فيها البذور المفقودة من مؤخرة الآلة . وتجمع البذور والرؤوس المتناثرة داخل الإطار قبل مرور الآلة وإتمام الحصاد وذلك لتحديد فعل العوامل الطبيعية أولاً . ويكون فقد الضم عبارة عن الفرق بين ما تم جمعه من الإطار بعد وقبل الحصاد .

وإذا كان تلف البذور يمثل مشكلة ، فيتم أخذ عينات من الحبوب النظيفة لفحصها بالعين المجردة لمعرفة مدى التلف الخارجي ، وقد تؤخذ البذور إلى المعمل لإجراء اختبارات الإثبات لمعرفة مدى التلف الخارجي . وإذا كان هناك شك في أن التلف يحدث في أماكن في الآلة غير أسطوانة الدراس ، فيجب أخذ عينات من أماكن مختلفة على مسار البذور في الآلة .

ويجب أن تجرى مكررات للاختبارات ، ويفضل مجاميع منها على

معـدلات تلقيم متغيرة وذلـك بسبب تأثيـر متغيرات المحصـول التي لا يمكن التحكم فيها ، وفي بعض الأوقات لا يمكن التنبوء بها . ويجب استخدام «آلة قياسية» للمراقبة في جميع الاختبارات التي يتم فيها تقييم آلة غير معروفـة من حيث الأداء أو للمقارنة بين الآلات المختلفة .

**١٧ ـ ٢٨ الاختبار المعملي :**

لقد برهنت الاختبارات المعملية للمكونات الوظيفية (أسطوانة الدراس ، الـرداخات ، الغـرابيل) على أنهـا أداة بالغـة القيمة في تـطوير البـرامج وفي الحصول على المعلومات الأساسية المرتبطة بأداء هذه المكونات . وقد طورت تسهيلات معمليـة لاختبار كل أجزاء آلة الضم والدراس .

وتعتبر الاختبارات المعملية سريعة وأقل تكلفة عن الاختبارات الحقلية . ويمكن التحكم في الظروف بدقـة أكثر ، كمـا يمكن تكرارهـا أيضاً . ويمكن إعادة الاختبارات بسهولة وأن يجري عدد كاف من التجارب لتسمح بالتحليـل الإحصائي . كما يمكن فصـل المكونـات لأغراض التصـوير ، والقيـاسات ، ولمعرفة تأثير المدى الواسع من إجمالي ومتغيرات المحصول . وبمجرد تخزين المحصول تصبح الاختبارات مستقلة عن الظروف الجوية الموسمية .

ويجب أن يكون المحصول أو المحاصيل مزروعة ، محصودة ، مخزنة ومعدة للاستعمال بطريقة مناسبة ومضبوطة . وبعض المحاصيل تكون غير قابلة للتخزين . وبذلك يصعب معها الاختبارات المعملية في غير موسمها . ويكون في غـاية الأهميـة أن يتم تلقيم المواد لآلـة الضم والدراس أو إلى المكـونات المختلفة بنفس الطريقة والظروف التي يتم علهيا التلقيم في الحقل ، وخاصة مع أسطوانة الدراس .

ولا يمكن للاختبارات الوظيفية المعملية أن تطابق كل المظاهر أو المدى الـواسـع من الـظروف الحقليـة ، ولكن يجب أن تكـون مكملة لـلاختبـار

الحقلي [٣٣] . فبالرغم من أن قيم الفواقد الملاحظة في الاختبارات المعملية وخاصة في غرابيل التنظيف ، يمكن اعتبارها أقل من الفواقد الحقلية فإن التأثيرات النسبية لتغيرات التصميم والضبطات يجب أن تكون متماثلة .

**١٧ ـ ٢٩ متطلبات القدرة :**

لقد أجرى أرنولد وليك [٥] اختبارات معملية على أسطوانة دراس ذات جرايد مضرسة بعرض ٦١٠ ملليمتر [٢٤ بوصة] وذلك لتحديد تأثير العوامل المختلفة على متطلبات القدرة لأسطوانة الدراس . وقد أجريت معظم الاختبارات على القمح الذي كان محتواه الرطوبي بين ١٢ إلى ١٥٪ ونسبة الحبوب/ غير الحبوب قيمتها ٠,٨٣ وقد وجدوا أن القدرة المطلوبة تقل جوهرياً بزيادة قطر أسطوانة الدراس من ٣٠٥ ملليمتر إلى ٥٣٣ ملليمتر [١٢ إلى ٢١ بوصة] ولكنها قلت بدرجة بسيطة عند زيادة القطر بين ٥٣٣ مليمتراً ، ٦٨٦ ملليمتراً [٢١ بوصة و٢٧ بوصة]. ويتطلب الصدر ذو الفتحات الضيقة حوالى ٢٥٪ من القدرة أكثر عما إذا كان الصدر ذا فتحات كبيرة عند سرعة من ٢٣ إلى ٣٣ متر/ الثانية [٤٥٠٠ إلى ٦٥٠٠ قدم/ دقيقة] لأسطوانة الدراس . وكان الفرق حوالى ١٠٪ فقط عند سرعة ١٨ متر/ الثانية [٣٥٠٠ قدم/ دقيقة]. كما أدت زيادة طول امتداد الصدر من ٣٣٨ ملليمتراً إلى ٥٠٨ ملليمتراً [١٣,٣ بوصة إلى ٢٠ بوصة] إلى زيادة في القدرة المطلوبة بحوالى ١٠٪ .

وعند معدلات تلقيم عالية كانت القدرة المطلوبة لدراس طبقة رقيقة وسريعة الحركة للدخول على وحدة الدراس أقل كثيراً من دراس طبقة سميكة وتتحرك ببطء [٥] . وعند ثبات سرعة دخول المواد على وحدة الدراس عند ٤٦ متر/ دقيقة [١٥٠ قدم/ دقيقة] (وهذه تمثل نمطاً للتحرك البطيء) ، فقد زادت القدرة كدالة أسية مع معدل التلقيم بقيم متوسطة قدرها ٣,٠ كيلووات [٤,٠ حصان] عند معدل تلقيم لمواد غير الحبوب قدره ٤٥ كيلوجرام/ دقيقة

[١٠٠ رطل/ دقيقة] ، ٧,١ كيلووات عند ٦٨ كيلوجرام/ دقيقة [٩,٥ حصان عند ١٥٠ رطل/ دقيقة].

وتميل القدرة المطلوبة للزيادة خطياً مع سرعة أسطوانة الدراس ، ويعتمد معدل الزيادة على ظروف التشغيل الأخرى (٥) . وفي ثلاث تجارب كان متوسط القدرة عند سرعة ٣٣ متر/ ثانية [٦٥٠٠ قدم/ دقيقة] هو ٦٥٪ أكبر من القدرة ، وعند سرعة ١٨ متر/ ثانية [٣٥٠٠ قدم/ دقيقة] . ولم يكن لمسافة الخلوص بين الأسطوانة والصدر تأثيراً كبيراً على متطلبات القدرة مع القمح أو الشعير . وقد تطلب القمح قدرة أكبر عما تطلبه الشعير .

وقد أجرى دودس (٧) تجارب حقلية مع آلة ضم ودراس ذاتية الحركة بعرض ٣,٧ متر [١٢ قدم]، ولها أسطوانتي دراس يتم تبديلهما مع بعضهما من النوع ذي الأصابع والجرايد المسننة وبعرض ٧٦٢ ملليمتراً [٣٠ بوصة] . وقد تم قياس القدرة الداخلة إلى :

أ ـ محور أسطوانة الدراس ، وتشمل أيضاً إدارة جهاز الحصد .
ب ـ المحور الرئيسي ويشمل كل القدرة الداخلة فيما عدا القدرة اللازمة لدفع الآلة .

وقد زودت الآلة بوحدة تقطيع القش . وتم ضم ودراس قمح ذي سيقان مجوفة ، وقمح ذي سيقان صماء ، وشعير وشوفان وذلك من أكوام طولية . كما تم الضم المباشر على نوعي القمح . وقد أجريت التجارب على مدى من معدلات التلقيم ، وقد حددت معادلة الارتداد الخطي لكل مجموعة من التجارب . وقد قدمت متطلبات القدرة على المحور الرئيسي لمعدل تلقيم المواد غير الحبوب قدره ٩٠ كيلوجرام/ دقيقة ، والتي حسبت من معدلات الارتداد ، وذلك لأسطوانة الدراس ذات الجرايد المسننة كما يلي :

| | نسبة الحبوب / غير الحبوب | قدرة المحور الرئيسي كيلووات [حصان] قطع مباشر | من أكوام طولية |
|---|---|---|---|
| قمح (سيقان مجوفة) | ٠,٧٨ | ١٩,٧[٢٦,٤] | ١٨,٥٠ [٢٤,٨] |
| قمح (سيقان صماء) | ٠,٦٦ | ٢٠,٦ [٢٧,٦] | ١٩,٢ [٢٥,٨] |
| شعير | ١,١٣ | — | ١٥,٤ [٢٠,٧] |
| شوفان | ١,٢٢ | — | ١٧,٥ [٢٣,٤] |

وفي جميع الحالات كانت متطلبات القدرة عند معدل تلقيم لمواد غير الحبوب قدره ٤٥ كيلوجرام/ دقيقة [١٠٠ رطل/ دقيقة] تعادل من ٦٥ إلى ٧٠٪ من المتطلبات عند ٩٠ كيلوجرام/ دقيقة [٢٠٠ رطل/ دقيقة] . وقد كانت متطلبات القدرة عند حصاد القمح واستعمال أسطوانة الدراس ذات الأصابع حوالى من ٧٥ إلى ٨٥٪ من القدرة المطلوبة باستعمال أسطوانة الدراس ذات الجرايد المسننة .

وقد قام المعهد القومي للهندسة الزراعية [٤٥] NIAE باختبار ثلاث آلات ضم ودراس ذاتية الحركة بعرض ٣,٧ متراً[١٢ قدم] على محصول القمح تراوحت رطوبة الحبوب فيه بين ١٦ إلى ١٨٪ ونسبة الحبوب/ غير الحبوب هي ٠,٦٣ وكانت متطلبات القدرة الكلية مشتملة على قدرة دفع الآلة من ٢٨ إلى ٤١ كيلووات [٣٧ إلى ٥٥ حصاناً] عند معدلات تلقيم لمواد غير الحبوب من ٠,١٣ إلى ٠,١٥ كيلوجرام/ دقيقة لكل ملليمتر من عرض أسطوانة الدراس [٧ إلى ٨,٥ رطل/ دقيقة لكل بوصة من عرض الأسطوانة].

وعند معدلات التلقيم هذه كانت متطلبات الطاقة الكلية من ٣,٥ إلى ٤,٤ كيلووات ساعة لكل ميجاجرام من المواد غير الحبوب [٤,٢ إلى ٥,٤ حصان . ساعة لكل طن] . وتشير النتائج التي في الجدول السابق للضم

المباشر للقمح في اختبارات دودس والتي تشمل على وحدة لتقطيع القش ، وليس القدرة الدفع أن متطلبات الطاقة كانت بين ٣,٦ إلى ٣,٨ كيلووات . . ساعة لكل ميجاجرام من المواد غير الحبوب [٤,١٤ إلى ٤,٦ حصان ـ ساعة لكل طن] عند معدل تلقيم لمواد غير الحبوب قدره ٠,١٢ كيلوجرام/ دقيقة لكل ملليمتر من عرض أسطوانة الدراس [٦,٧ رطل / دقيقة لكل بوصة من رعض أسطوانة الدراس] .

وتستنفذ أسطوانة الدراس عادة جزءاً كبيراً من القدرة الكلية المطلوبة لآلة الضم والدراس [٥] . وتكون متطلبات القدرة اللازمة لوحدات الفصل والتنظيف صغيرة ومستقلة نسبياً عن معدل التلقيم [١٢] . بينما تتغير متطلبات القدرة لجهاز الحصد تبعاً لنوع المحصول والظروف الحقلية للمحصول ، السرعة الأمامية ومعدل التلقيم . وتتأثر متطلبات قدرة الدفع بكتلة الآلة ، بالإضافة إلى البذور الموجودة في خزان الحبوب ، مقاس العجل ، ظروف سطح الأرض ، ميل الأرض ، والسرعة الأمامية . (انظر إلى الجزء ٢ ـ ١٩ لطرق حساب مقاومة الدوران) .

وقد يكون مطلوباً قدرة كبيرة ، ولكن لفترة قصيرة لأسطوانة الدراس والتي قد تتراوح من ٢ إلى ٣ مرات متوسط القدرة المطلوبة [٥،١٧] . ويجب أن يكون للمحرك احتياطي كبير لتغطية مثل هذه الاحتياجات بدون أن يتوقف أو يتسبب في تخفيضات غير مرغوبة فيها للسرعة . وتتراوح معدلات القدرة القصوى للمحركات الموجودة على آلات الضم والدراس الذاتية الحركة في النماذج لعام ١٩٧٧ عموماً بين ٧٠ إلى ١٠٠ وات لكل مليمتر من عرض أسطوانة الدراس [٢,٤ إلى ٣,٤ حصان لكل بوصة من عرض الأسطوانة].

**١٧ ـ ٣٠ التحكم الأوتوماتيكي * والمراقبة :**

التحكم أوتوماتيكياً في ارتفاع جهاز الحصد أمر مرغوب فيه عندما تكون هناك ضرورة للقطع قريباً من سطح التربة ، وخاصة عندما يكون هذا السطح غير منتظم .

وتظهر أهمية التحكم في دقة الارتفاع ، وبصورة خاصة في فول الصويا ، لأن هذا المحصول يجب أن يقطع على بعد بضعة سنتيمترات من سطح الأرض ، وذلك لتقليل فواقد الضم (٣٠) .

وقد طورت أجهزة التحكم الأوتوماتيكي لارتفاع جهاز الحصد ، وأضيفت كتركيبة اختيارية لآلات الضم والدراس . ويركب قضيب مستعرض دوار مباشرة تحت المحصدة ، وله مجموعة أصابع متصلة بالأرض وموزعة على القضيب على مسافات حوالى ١٥٠ ملليمتراً [٦ بوصات] وتدير الأصابع القضيب المستعرض لتحث صمام تحكم هيدروليكي على الحركة عندما يكون ضبط الأرتفاع ضرورياً . وتتأثر دقة التحكم بعوامل عديدة تشمل الاستجابة الزمنية وخصائص حالة الرنين لنظام آلة الضم والدراس وجهاز الحصد . وقد حلل ريكوجلر (٤٢) الأداء الديناميكي لهذا النظام مستخدماً التمثيل التحليلي .

كما يعطي اهتمام بالتحكم الأوتوماتيكي لمعدل التلقيم عن طريق التغيير الأوتوماتيكي في السرعة الأمامية كوسيلة لتجنب الأحمال الزائدة ولزيادة معدلات الحصاد بدون فواقد زائدة للبذور . ونظرياً يجب استشعار معدل التلقيم في مقدمة المحصدة أو مبكراً إذا أمكن على جهاز الحصد . وتعتمد كفاءة نظام التحكم على وجود علاقة معرفة وثابتة بين القيمة المستشعرة ومعدل التلقيم .

(*) انظر إلى الباب الرابع، وخاصة الجزء ٤ ـ ٢٢ لمناقشة المكونات الهيدروليكية وخصائص أنظمة التحكم الأوتوماتيكي.

والآتي هو بعض الاتجاهات التي تم اعتبارها في هذا المجال :

١ ـ استشعار عزم جهاز إدارة أسطوانة الدراس [١٨] .
٢ ـ استشعار إزاحة جنزير ناقل التلقيم والمسببة لتغييرات في سمك طبقة المواد [١٨] .
٣ ـ استشعار القدرة الخارجة للمحرك بقياس الضغط المطلق الداخل أو أي عنصر آخر [٨] .
٤ ـ استشعار رد فعل القوة على ركائز الصدر [١٨] .
٥ ـ تحديد كثافة المواد في سير التلقيم بواسطة أشعة جاما [٨] .

ومعظم آلات الضم والدراس الذاتية الحركة والمباعة الآن لها كابينة قيادة والعديد منها مكيف الهواء . وعزل العامل في كابينة القيادة عن مؤشرات الاستشعار لأداء آلة الضم والدراس ومشاكل التشغيل قد نتج عنه ظهور الحاجة إلى نظام من الإشارات المستمرة ووسائل المراقبة لتوفير الاتصال اللازم من الآلة إلى العامل [٣٧] . وبالرغم من أن أجهزة المراقبة المستخدمة عادة في محطات القوى الكهربائية (أجهزة وإشارات) أصبحت معدات قياسية لعديد من السنين ، إلا أن التطبيق المكثف لها في أنظمة وعمليات تداول المحاصيل يعتبر تطويراً جديداً نسبياً .

ويحتاج العامل إلى أن يزود بثلاث أنواع من المعلومات كما يلي : -

١ ـ إشارات تحذير مبكر، للدلالة على المشاكل المحتملة (انزلاق سير) اختناق أو تحميل زائد للمكونات الوظيفية، حرارة زائدة، انخفاض ضغط زيت. . . . . إلخ).
٢ ـ إشارت تحذير ـ إخفاق، للدلالة على أن بعض المكونات قد فشلت أو أنها لا تعمل.

٣ ـ مراقبة العمليات، مثل استعدادات لأخذ عينات وملاحظة المواد التي يعـاد دراسها والحبوب النظيفة، مؤشرات فقد الحبوب. . . . . إلخ.

وعدد من عمليات المراقبة على المكونات التي تتعـامل مـع المحصول يستلزم استشعار سرعات المحاور الدوار بإشارة في كابينة القيادة تدل على وقت انخفاض السرعة عن أقل قيمة محددة سابقاً. وتكون الطريقـة التي تظهـر بها الإشارات في كابينة السائق وأماكن وسائل الإشارات هو من الأهمية في علاقتها بفاعليتها[٣٧].

وقد طورت طـريقة مـراقبة فقـد الحبوب في جـامعة سـاسكاتشـوان في عام ١٩٦٨[٣٩]، وقد أصبحت متوفرة تجارياً منذ ذلك الـوقت. وتعلق لوحـة صوتية حساسة لـلاهتزازات على العـرض الكامـل لآلة الضم والـدراس وفي موضع حيث تصـطدم به الحبـوب المحمولـة على الرداخـات في تيار القش. ويوضع جهاز إحساس ثاني في تيار المواد الخارجة من غربال التنظيف. . وفي إحدى طرق المراقبة تحول الاصطدامات إلى جهد كهربائي يتناسب مع تكرار الاصطدامات حيث يبين على مقياس. وفي نظام آخر يعطى قراءة رقمية لعدد الاصطدامات خلال فترة زمنيـة محددة سـابقاً والتي قـد تكون ثـانية أو أكثـر. ويجب أن تكون البذور ثقيلة بـالقدر الكـافي حتى يمكن للنظام أن يفـرق بين اصطدام البذور واصطدام قطع القش والمواد الأخرى. ويجب أن توضع نقاط الاستشعار في أماكن مناسبة بحيث تقطع باستمرار عينة ممثلة من تصرف المواد (ويصعب عمل هذا مع الغرابيل).

**١٧ ـ ٣١ الضم والدراس من الأكوام الطولية:**

يتم عمل الأكوام الطولية بواسطة آلة تكويم ذاتية الحركة (شكل ١٤ ـ ١٠ يمين) أو بواسطة آلة تكويم من النوع المقطور. ويجب أن تكون الأكوام الطولية مستمرة منتظمة ومفككة. وذلـك لإتمام تجفيف المحصـول، وللحصول على

الأداء الجيد لآلة الضم والدراس. ويجب أن تكون رؤوس المحصول كلها موجهة للخلف. كما يجب أن تكون الأطوال الباقية بعد حصاد محاصيل الحبوب على الأقل بين ١٥ إلى ٢٠ سنتيمتر [٦ إلى ٨ بوصة] وذلك للسماح لدوران الهواء وانتشاره تحت الأكوام.

وللضم من الأكوام الطولية، يستبعد مضرب الضم ويركب بدلاً منه وحدة التقاط الأكوام على مقدمة جهاز الحصد. ويرتكز جهاز الالتقاط على عجلات تتحرك على سطح الأرض، كما يجب أن يوصل بجهاز الحصد عن طريق مفصلة، وبذلك يتحرك بسهولة وبدون ضبط دقيق لارتفاع جهاز الحصد. وقد لقيت أنواع أجهزة الالتقاط ذات الخوص والأصابع والمركبة على سيور مبسطة مائلة انتشاراً وقبولاً واسعاً. وهي تتداول مع المواد برفق عن أجهزة اللقط الاسطوانية، وتفضل عندما يمثل تناثر وانفراط الحبوب مشكلة في ضمها. كما أنها لا تميل إلى التقاط الأحجار.

ويجب أن تكون السرعة المحيطية لأصابع اللقط من ١٠ إلى ٢٠ ٪ أكبر من السرعة الأمامية للآلة، وذلك للحصول على أحسن أداء أو أقل نسبة تناثر وانفراط.

# مراجع


1 - Annual market statistics section , Implement and Tractor, 85(24(: 20 - 57 , Nov . 21 , 1970.

2 - ARNOLD, R. E. Experiments with rasp bar threshing drums. I: Some factors affecting performance. J. Agr. Eng. Res., 9:99 - 131, 1964.

3 - ARNOLD, R. E., F. CALDWELL, and A. C. W. DAVIES. The effect of moisture content of the grain and the drum setting of the combine-harvester on the quality of oats. J. Agr. Eng. Res., 3:336-345, 1958.

4 - ARNOLD, R. E., and J. R. LAKE. Experimrnts with rasp bar threshing drums. II: Comparison of open and closed concaves. J. Agr. Eng. Res., 9:250-251, 1964.

5 - ARNOLD, R. E., and J. R. LAKE. Experiments with rasp bar threshing drums. III: Power requirement. J. Agr. Eng. Res., 9:348-335, 1964.

6 - BAINER, R., and H. A. BORTHWICK. Thresher and other mechanical injury to seed beans of the lima type. California Agr. Expt. Sta. Bull. 580, 1934.

7 - BAINER, R., and J. S. WINTERS. New principle in threshing lima bean seed. Agr. Eng., 18:205-206, May, 1937.

8 - BROUER, B. P., and J. R. GOSS. Some approaches of to automatic feed rate control for self-propelled combine harvesters. ASAE Paper 70-632, Dec., 1970.

9 - BUBLICK, S. P. Determining the main parameters of the process of crop separation. Mehk. Elektrif. Sots. Sel. Khoz., 21(2): 15-17, 1963. NIAE transl. 201.

10 - BUCHANAN, J. C., and W. H. JOHNSON. Functional characteristics and analysis of a centrufugal threshing and separating mechanism. Trans, ASAE, 7(4): 460-463, 468, 1964.

11 - BUNELLE, P. R., L. G. JONES, and J. R. GOSS. Combine harvesting of small-seed legumes. Agr. Eng., 35:554-558, Aug. 1954.

12 - BURROUGH, D. E. Power requirements of combine drives. Agr. Eng., 35:15-18, Jan., 1954.

13 - CASPERSQ, L. Types of threshing apparatus. Grundl. Landtech., 19:9-17, 1969.

14 - COOPER, G. F. Combine shaker shoe performance. ASAE Paper 66-607, Dec., 1966.

15 - CSUKAS, L. Examination of the flow of crop with combine harvesters with special respect to the possible increase of performance. Jarmuvek, Mezogazdasagi Gepek, 11(3):90-97, 1964. NIAE transl. 169.

16 - DELONG, H. H., and A. J. SCHWANTES. Mechanical injury in threshing barley. Agr. Eng., 23:99-101, Mar., 1942.

17 - DODDS, M. E. Power requirements of a self-propelled combinr. Agr. Eng., 10:74-76, 90, Nov. 1968.

18 - EIMER, M. Progress report on automatic controls in combine-harvesters. Grundl. Landtech., 16:41-50, 1966. NIAE transl. 207.

19 - GORDON, L. L., F. D. SUMSION, and T. S. ROBINSON. Development of the MF cascade shoe, Trans. ASAE, 14(3): 448-449, 1971.

20 - GOSS, J. R., R. A. KEPNER, and L. G. JONES. Performance characteristics of the grain combine in barley. Agr. Eng., 39:697-702, 711, Nov., 1958.

21 - HEBBLETHWAITE, P., and R. Q. HEPGERG. A detailed test procedure for combine-harvesters. NIAE Annual Rept., 1960-61 PP. 365-371.

22 - HEITSHU, D. C. A marvel of engineering - the self-propelled hillside combine. Agr. Eng., 37:182-183, 187, Mar., 1956.

23 - HORA, O., et al. Means of increasing the effectiveness of combine-harvesters. Zemedelska Technika, 10(4):151-162, 1964. NIAE transl. 196.

24 - Investigations into the regulation of shaker frequency - a possibility of reducing heavy loss during harvesting. Deutsche Agrartechnik, 14(7): 293-296, 1964. NIAE transl. 199.

25 - JOHNSON W. H. Machine and method efficiency in combing wheat. Agr. Eng., 40:16-20, 29, Jan., 1959.

26 - KERBER, D. R., and J. R. LUCAS. Development of a combine cleaning system. ASAE Paper 69-622, Dec., 1969.

27 - KLEIN, L. M., and J. E. HARMOND. Effect of varying cylinder speed and clarance on threshing cylinders in combining crimson clover. Trans. ASAE, 9(4): 499-500, 506, 1966.

28 - LALOR, W. F., and W. F. BUCHELLE. Designing and testing of a testing of a threshing cone. Trans. ASAE, 6(2): 73-76, 1963.

29 - LAMP, B. J., Jr., and W. F. BUCHELLE. Centrifugal treshing of small grains. Trans. ASAE, 3(2): 24-28, 1960.

30 - LAMP, B. J., W. H. JOHNSON, and K. A. HARKNESS. Soybean losses - approaches to reduction. Trans. ASAE, 4(2): 203-205, 207, 1961.

31 - MACAULEY, J. T., and J. H. A. LEE. Grain separation on oscillating combine sieves as affected by material entrance conditions. Trans ASAE, 12(5): 648-651, 654, 1969.

32 - MARK, A. H., K. J. M. GODLEWSKI, and J. L. COLEMAN. Evaluating

combine performance: a global approach. Agr. Eng., 44:136-137, 143, Mar., 1963.

33 - NAEL, A. E., and G. F. COOPER. Performance testing of combines in the lab. Agr. Eng., 34:397-399, July, 1968.

34 - NEAL, A. E., and G. F. COOPER. Laboratory testing of rice combines. Trans. ASAE, 13(6): 824-826, 1970.

35 - NYBORG, E. O. A test procedure for determining combine capacity . Canadian Agr. Eng., 6:8-10, Jan, 1964.

36 - NYBORG, E. O., H. F. McCOLLY, and R. T. HINKLE. Grain-combine loss characteristics. Trans. ASAE, 12(6): 727-732, 1969.

37 - POOL, S. D., and C. RICKERD. Combine-combine operator communication. SAE Paper 680588, preented at SAE National Meeting, Sept., 1968.

38 - QUICK, G. R. On the use of cross-flow fans in grain harvesting machinery. Trans. ASAE, 14(3): 411-416, 419, 1971.

39 - REED, W. B., M. A. GROVUM, and A. E. KRAUSE. Combine harvester grain loss monitor. Agr. Eng., 50:524-525, 528, Sept., 1969.

40 - REED, W. B., AND G. C. ZOERB. A laboratory study of straw walker efficiency. ASAE Paper 72-638, Dec., 1972.

41 - REED, W. B. G. C. ZOERB, and F. W. BIGSBY. A laboratory study of grain-straw separation. Trans. ASAE, 17(3): 452-460, 1974.

42 - REHKUGLER, G. E. Dynamic analysis of automatic control of combine header height. Trans. ASAE, 13(2): 225-231, 1970.

43 - ROWLAND-HILL, E. W. Twin rotor combine harnesses potential of rotary threshing and separation. ASAE Paper 75-1580, Dec., 1975.

44 - SIMPSON, J. B. Effect of front-rear slope on combine -shoe performance. Trans. ASAE, 9(1): 1-3, 5, 1966.

45 - Test for users, No. 391. NIAE, 1962.

46 - Unconventional combine. Implement and Tractor, 84(23): 18, Nov. 7, 1969.

47 - VAS, F, M., and H. P. HARRISON. The effect of selected mechanical threshing parameters on kernel damage and threshability of wheat. Canadian Agr. Eng., 11:83-87, 91, Nov., 1969.

48 - WALKER, D. S., and C. E. SCHERTZ. Soybean threshing by the relative motion of belts. ASAE Paper 70-631, Dec., 1970.

49 - WESSEL, J. The threshing process wiyhin a conical rotor. Landtech. Forsch, 10(5): 122-130, 1960. NIAE trans. 100.

50 - WIENEKE, F. Performance characteristics of the rasp bar thresher. Grundl. Landtech., Heft 21:33-34, 1964.

51 - WITZEL, H. D., and B. F. VOGELAAR. Engineering the hillside combine. Agr. Eng., 36:523-525, 528, Aug., 1955.

52 - WRUBLESKI , P. D., and L. G. SMITH. Separation characteristics of conventional and non-conventional grain combines. Trans. ASAE, 23(3): 530-534, 1980.

# مسائـــل

١٧ ـ ١ : تم التحصل على البيانات التالية في اختبار حقلي لحصاد الشعير بآلة ضم ودراس ذاتية الحركة عرضها ٤ متر: طول مشوار الاختبار ١٢ متراً، الزمن : ٢١,٣ ثانية، كتلة المواد الكلية على الرداخات : ٩,٤ كيلوجرام، البذور الحرة على الرداخات : ٧٦ جرام، البذور الغير مدروسة على الرداخات : ٦٠ جرام، كتلة المواد الكلية على الغرابيل : ٤,٤ كيلوجرام، البذور الحرة على الغرابيل، : ٢٨٩ جرام، البذور الغير مدروسة على الغرابيل : ٨١ جرام، الحبوب الكلية التي تم جمعها عند خزان الحبوب : ١٧,٦ كيلوجرام. متوسط فقد الضم : ١٠,٢ جرام/متر مربع.

احسب:

أ ـ الفواقد في اسطوانة الدراس، الرداخات، الغرابيل، والكلية كنسبة من معدل تلقيم البذور.

ب ـ إجمالي كمية البذور، فقد الضم، والفواقد الكلية بالكيلو جرام لكل هكتار.

جـ ـ فقد الضم كنسبة من إجمالي كمية البذور.

د ـ معدل تلقيم مواد غير الحبوب على الرداخات، معدل تلقيم مواد

غير الحبوب على الغرابيل ومعدل تلقيم مواد غير الحبوب الكلي بالكيلو جرام/دقيقة.

هـ ـ نسبة المواد غير الحبوب المحتجزة على الرداخات.

١٧ ـ ٢ : لحصاد بذور البرسيم الحجازي استعملت آلة ضم ودراس ذاتية الحركة بعرض ٣,٧ متر. محصول المواد غير الحبوب = ٥,٦ ميجاجرام/ هكتار، كمية البذور = ٦٧٠ كيلوجرام / هكتار ، الكفاءة الحقلية = ٧٥٪ . عوامل التكلفة هي : سعر آلة الضم والدراس الجديدة : ٢٤٠٠٠ دولار ، التكاليف الثابتة السنوية الكلية = ١٦٪ من السعر الجديد ، تكلفة الوقود = ٣,٢ دولار / هكتار ، تكلفة زيت المحرك والتشحيم = ٠,٣٠ دولار / ساعة ، أجرة العامل = ٣,٥ دولار / الساعة ، قيمة البذور = ١,٧٥ دولار / كيلوجرام . على فرض أن الآلة تستخدم ٢٠٠ ساعة / السنة ، والمساحة الكلية تعتمد على سرعة التشغيل . الفواقد الكلية ( من شكل ١٧ ـ ١٠ يسار ) عند معدل تلقيم لمواد غير الحبوب ٣٠, ٤٠, ٥٠, ٦٠, ٧٠, ٨٠, ٩٠ كيلوجرام / دقيقة هي ١,٣، ١,٩، ٢,٥، ٣,٢، ٤,٢، ٥,٥، ٧,٥٪ على الترتيب .

أ ـ ارسم العلاقة بين التكلفة/هكتار (المحور الرأسي)، معدل تلقيم المواد غير الحبوب (المحور الأفقي)، على أن تشمل على تكلفة قيمة الحبوب المفقودة. ومن المنحنى الناتج، حدد معدل التلقيم الاقتصادي والذي عنده يتم التشغيل.

ب ـ ما هي السرعة الأمامية والمقابلة لمعدل التلقيم الاقتصادي، ما هي نسبة فقد البذور التقريبية عند هذا المعدل.

جـ ـ ما هي المساحة التي يمكن حصادها (بالهكتار) في فترة ٢٠٠ ساعة عند التشغيل على السرعة الاقتصادية.

١٧ ـ ٣: على ضوء ما تقدم في هذا الباب ، أو من أي مصدر آخر، أذكر الأسباب المحتملة لكل من الظروف التالية:

أ ـ زيادة فقد الضم.
ب ـ زيادة كمية البذور الغير مدروسة.
جـ ـ زيادة كمية البذور الحرة المفقودة من على الرداخات.
د ـ تصدع الحبوب (تشقق ـ تكسر).
هـ ـ زيادة كمية البذور الحرة المفقودة من على مؤخرة الغربال.
و ـ زيادة كمية المواد العصافية مع أجزاء النبات التي تذهب لإعادة الدراس.
ز ـ زيادة كمية الحبوب مع أجزاء النبات التي تذهب لإعادة الدراس.

١٧ ـ ٤: في آلة ضم ودراس والتي عرض اسطوانة الدراس فيها بين ٩٠٠ إلى ١٠٠٠ ملليمتر قد تكون كتلتها الكلية حوالي ٨,٥ ميجا جرام مشتملة على الحبوب عند امتلاء خزانها. بغرض أن مقاسات العجل هي ٤٦٥ ـ ٦٦٠ (١٨,٤ ـ ٢٦ وهو العجل المدفوع (١.٤٧ م ـ القطر الخارجي) و ١٩٠ ـ ٤٦٠ (٧,٥ ـ ١٨) على عجل التوجيه (٠,٨٦ ـ القطر الخارجي). وأن ٧٧ ٪ من الوزن يقع على العجل المدفوع. بالرجوع إلى الملحق ج، احسب قدرة المحرك المطلوبة لدفع الآلة والخزان ممتلىء على سرعة ٥ كيلومتر/الساعة، بغرض الطاقة المفقودة من المحرك إلى العجل نتيجة التوصيل تعادل ١٠ ٪.

أ - على أرض متماسكة ومستوية .

ب - على أرض متماسكة نوعاً، ومستوية (ربما قد تستعمل معاملات مقاومة الدوران بين منحنيات الأعشاب وأرض مزروعة شيلم) .

جـ - القـدرة الإضافيـة المطلوبـة للعمـل على أراضي تميـل لأعلى بمقدار ٥ ٪.

# الباب الثامن عشر
# جمع وتفريط الذرة

# الباب الثامن عشر
# جمع وتفريط الذرة

### ١٨ ـ ١ مقدمـــة:

تعتبر المساحات المزروعة بالذرة من أكبر مساحات المحاصيل الحقليـة في الولايات المتحدة الأمريكية، بالإضافة إلى أن الذرة يعتبر من أهم مصـادر الغذاء فيها. وفي السنـوات الأخيرة، فـإن حوالي ٨٥ ٪ من المسـاحة الكليـة المزروعة بالذرة قد خصصت من أجل الحصول على الحبوب[١]. وبالرغم من زراعة الذرة تتم تقـريباً في كـل ولاية من الـولايات المتحـدة إلا أن ٨٠ ٪ من الإنتاج الكلي تختص به الإثني عشر ولاية الوسطية ـ الشمالية[١].

وقـد تطور الاهتمـام بالمجمعـات الميكانيكيـة للذرة مع تهيئـة الأعمدة الدورانية الخلفية للجرارات لتشغيلها خلال أواخر العشرينات. ومع ذلك فقد تأجل الاستخدام العام لها إلى ما بعد الحرب العالمية الثانية. وقد ظهرت أول مجمعة ـ فارطـة في منتصف الثلاثينـات. . ولكن نظراً للنقص في المعـدات المناسبة لتجفيف الذرة المفروط فقد تأجل استخدامها إلى الخمسينات.

وقـد أجـريت عـدة محـاولات خـلال أواخـر العشـرينـات والثـلاثينـات لاستخدام آلات دراس وتنظيف الحبـوب لحصاد الـذرة[٨]،[١٤]،[١٧]. وفي كل المحاولات الأولية كان يستلزم تلقيم كل نبـاتات الـذرة إلى الآلة وقـد خلص الباحثون الأوائل إلى أنه من الممكن تفريط وتنظيف الذرة عن طريق الآلات،

ولكن مشكلة دخول السيقان بالكامل إلى الآلة ظلت قيد البحث لإيجاد الحلول لها. كما أن عدم وجود معدات لتجفيف الذرة المفرط الرطب كان مثار اهتمام آخر للباحثين في هذا المجال.

وقد بدأت محطة التجارب الزراعية بولاية إلينوي بدراسات في عام ١٩٥٠ لتقييم عمل اسطوانات الدراس ذات الجرايد المسننة في نزع الغلاف وتفريط الذرة[٩]. وقد قاموا بتطوير معدة ضم السيقان في عام ١٩٣٥ لاستخدامها على آلة الضم والدراس. ولكن - أيضاً - ظلت المشكلة التي واجهت الباحثين الأوائل هي دخول النبات بالكامل إلى الآلة موضع الاعتبار حيث استمرت تمثل المشكلة الكبرى. ومع ذلك فقد اتضح من هذه الأبحاث أنه يمكن تفريط الذرة بواسطة اسطوانة الدراس ذات الجرايد المسننة وبدرجة مرضية عند محتويات رطوبية مقبولة.

وقد كانت الخطوة التالية هي تزويد آلات الضم والدراس بوحدات انتزاع الذرة لكي تترك السيقان في الحقل وتدخل الكيزان فقط إلى الآلة[٨]، وبعد تطوير رؤوس حاصدة مقبولة للذرة. زادت شعبية آلات ضم ودراس الذرة بسرعة خلال التسينات. وفي عام ١٩٧٠ كان حوالي ٧٠ ٪ من الذرة المنتجة في الخمس ولايات الرئيسية لزراعة الذرة (حزام الذرة) يتم حصاده بآلات الضم والدراس المزودة برؤوس حاصدة للذرة[١٥]. فقد كان عدد رؤوس حاصدات الذرة المصنعة في الولايات المتحدة من عام ١٩٧١ وحتى عام ١٩٧٥ أقل فقط بمقدار ٤ ٪ عن العدد الكلي لآلات الضم والدراس المنتجة، وكان أكبر بما يعادل ١/٢ ٣ مرة ضعف عدد مجمعات الذرة (من كل الأنواع)[٢]. وقد انخفضت مبيعات المجمعات الفارطة منذ أوائل عام ١٩٦٠.

**١٨ ـ ٢ الأنواع والمكونات الوظيفية لحاصدات الذرة:**

يمكن تصنيف حاصدات الذرة إلى : ـ

أ ـ نازعات الكيزان.
ب ـ آلة الجمع والتقشير والمعروفة عادة بآلات الجمع (المجمعات).
جـ ـ آلة الجمع والتفريط،
د ـ آلة الدراس والتذرية المزودة برؤوس حاصدة للذرة. وتشتمل المكونات الأساسية لجميع هذه الآلات على وحدة ضم لتوجيه السيقان إلى الآلة، اسطوانات النزع لإزالة الكيزان من السيقان وجنازير سحب للمساعدة على توجيه وتغذية السيقان إلى الاسطوانات وتحريك السيقان والكيزان المنزوعة إلى الخلف في منطقة نزع الكيزان.

وتحتوي آلة نزع كيزان الذرة علاوة على المكونات الأساسية السابقة الذكر على سير ناقل لرفع الكيزان (معظمها غير مقشر) إلى مقطورات النقل، وعند إضافة وحدة تقشير لإزالة أغلفة الكيزان تعرف الآلة بأنها آلة لجمع الذرة. وآلة الجمع والتفريط تحتوي على وحدة تفريط بدلاً من وحدة التقشير، وفي بعض الأحيان يتم تبادل هذه الوحدات فيما بينها. وقد يوجه الذرة المفرط إلى مقطورة أو إلى خزان على الآلة. وعند استعمال آلة ضم ودراس الحبوب لحصاد الذرة فيستبدل جهاز الحصد برؤوس حصاد الذرة. وهذه الرؤوس تحتوي على المكونات الأساسية للضم والنزع المشار إليها سابقاً بالإضافة إلى نظام ناقل لتوصيل الكيزان إلى اسطوانة الدراس لإتمام عملية التفريط.

وتوجد وحدات رؤوس حصاد الذرة لتعمل على ٢، ٣، ٤ أو ٦ صفوف، وصممت لتتعامل مع مسافات بين الصفوف من ٩٢ إلى ١٠٢ مسافات بين الصفوف من ٩٢ إلى ١٠٢ سنتيمتراً [٣٦ إلى ٤٠ بوصة ]أو ٧١

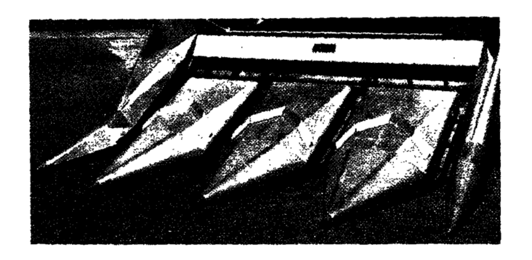
إلى ٨١ سنتيمتراً [٢٨ إلى ٣٢ بوصة]. وتوجد أيضاً رؤوس لخمس أو سبع صفوف لنفس المسافات بين الصفوف، كما توجد رؤوس لثماني صفوف على مسافات ٥١ سنتيمتراً أو ٧٦ سنتيمتر [ ٢٠ بوصة أو ٣٠ بوصة]. وتقريباً فإن ٥٨ ٪ من كل رؤوس حصد الذرة المصنعة في الولايات المتحدة في عام ١٩٧٥ كانت وحدات لأربع صفوف، ٢٠ ٪ لستة صفوف و ٩ ٪ لصفين.

ولمعظم رؤوس حصد الذرة الموجودة حالياً قضيب مستعرض ذي مقطع مستطيل أو مربع (مثلاً ١٠٢ × ١٠٢ مليمتر - [٤ × ٤ بوصة] تحت الجزء الخلفي من الرأس، ويركب عليه وحدات النزع الفردية لكل صف (وتشمل جنازير التجميع)، وتوزع عليه حسب المسافات بين صفوف الزراعة. وتدار كل مجموعة ترسية لكل وحدة بواسطة محور يمر خلال كل منها ومتصل بها بنظام خاص. ويمكن تعديل وضع نصفي وحدة الضم والمصنوعة من الألواح المعدنية وبمقدار ٥ سنتيمتر على كل جانب من مركزهما على تركيبات رؤوس الحصاد.

### ١٨ - ٣ وحدات الضم:

يكون من السهل نسبياً ضم وتوجيه السيقان وتلقيمها إلى وحدات نزع الكيزان عندما تكون السيقان قائمة في الحقل. ومع ذلك ولسوء الحظ فإنه يحدث لعديد من السيقان رقاد أو تكسير أثناء الموسم نتيجة للظروف الجوية غير المواتية أو الأمراض أو لكثافتها العالية. . . . إلخ . . وفي هذه الحالات يجب أن تكون تركيبة وحدة الضم قادرة على رفع السيقان الراقدة وتوجيهها إلى وحدة نزع الكيزان وبأقل فقد في عدد الكيزان أثناء الأداء. ويتطلب ذلك أن تكون وسيلة الجمع قريبة من سطح الأرض وأن تتعامل مع السيقان برفق لتجنب التسارع الزائد الذي قد يؤدي إلى انفصال الكيزان.

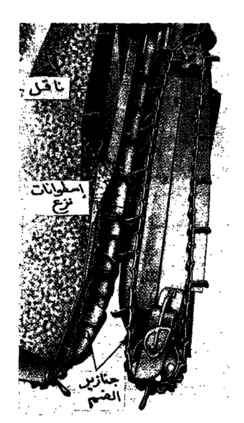
ويوضح شكل ١٨ ـ ١ مقدمة لوحدة الضم لأربعة صفوف، والقسم الأمامي لكل وحدة مركب بطريقة مفصلية ليساعد على أن تتبع مقدماتها سطح الأرض غير المنتظم لينزلق تحت سيقان الذرة الراقدة. كما يمكن ضبط مقدمة الوحدات للحد من الانخفاض عن مستوى معين . ولتقليل فقد الكيزان للحد الأدنى يجب أن تعمل مقدمة وحدة الضم قرب سطح التربة. وتتأثر درجة التعامل برفق مع السيقان الراقدة بدرجة رقاد المحصول، درجة حدة ميل مقدمة وحدة الضم والسرعة الأمامية للآلة.



**شكل ١٨ ـ ١ منظر أمامي لرأس حاصدة الذرة لأربعة صفوف (Courtesy of Allis - Chalmers).**

ووحدات الضم التي تظهر في شكل ١٨ ـ ١ هي وحدات ذات مقاطع منخفضة نسبياً حيث تكون مطلوبة على هذه الصورة. واستخدام اسطوانات قصيرة لنزع الكيزان يسمح بانخفاض وحدات الضم والتي هي خاصية لمعظم رؤوس حصاد الذرة. ويكون لنازعات الكيزان أو المجمعات المعلقة في بعض الأحيان زاوية اقتراب صغيرة نسبياً على

مقدمة نقط الضم، ولكن قد يكون مطلوباً زاوية أكبر خلف مقـدمة نقط الضم وفوق اسطوانات نزع الكيزان بسبب القيود التي يفـرضها تـركيب الاسـطوانات الأطـول لنزع الكيـزان والتي تستخدم عـادة على نـازعـات الكيزان أو المجمعات، وتساعد الوصلات الأصبعية المزود) على جنزير الضم (شكل ١٨ ـ ٢ و١٨ ـ ٣) في تحريك السيقان خلال منطقة انتزاع الكيزان، وتمنع الكيزان غير الثابتة من الانزلاق للمقدمة حتى لا تفقد. ويجب أن تتقارب سرعة الجنزير من السرعة الأمامية لتحرك الآلة عندما تكون سيقان الذرة قائمة. بينما تظهر فاعلية الجنازير بصورة أكبر عنـدما تزداد سرعتها عن سرعة الآلة لحصـاد الذرة الـراقد. وقـد تضبط سرعـة جنزير الضم على بعض الآلات. من مكان العامل الذي يشغل الآلة.




شكل ١٨ ـ ٢: وحدات نزع الكيزان، ولها اسطوانـات طويلة مـزودة بريش
(Courtesy of White Farm Equipment Co .).

١٨ ـ ٤ : وحدات نزاع الكيزان :

تستعمل عادة نوعان من اسطوانات نزع الكيزان، وهما الأسطوانات المضلعة حلزونياً (شكل ٨ ـ ٢) والأسطوانات المموجة طولياً (شكل ١٨ ـ ٣) وكلاهما مستدق الطرفان وعلى مقدمتها تضليع حلزوني لتسهيل دخول السيقان كما يصل كلا النوعين على سحب السيقان لأسفل بين الأسطوانتين. وفي الأسطوانات المضلعة حلزونياً تنزع الكيزان عندما تتلامس مع المسافات الضيقة للأسطوانات وتسحب الأسطوانات المموجة طولياً السيقان لأسفل بين لوحين للنزع (شكل ١٨ ـ ٣)، وتنزع الكيزان عند تلامسها مع الألواح.





شكل ١٨ ـ ٣ منظرين لوحدتين نزع الكيزان على رأس حاصدة الذرة ولهما أسطوانات نزع قصيرة مموجة. يسار: منظر فوقي يبين جنازير الضم وألواح النزع مع إزالة ألواح الحماية . يمين: منظر تحتي يبين أسطوانات النزع. لاحظ نقطة التغذية المستدقة والتصنيع الحلزوني عليها وسكينة المخلفات الطولية على الجانب الخارجي لكل أسطوانة .

(Courtesy of Deere and Co.)

ولمعظم نازعات الكيزان، المجمعات وآلات الجمع والتفريط، اسطوانات نزع من النوع المضلع حلزونياً. وهي تصنع عادة من الحديد الزهر ويكون لها تضليعات حلزونية أو نتوءات على سطوحها (شكل ١٨ ـ ٢). وتزداد عنفوانية التعامل مع السيقان من الأمام إلى الخلف والتي يمكن أن تتغير تبعاً لظروف التشغيل المختلفة، وذلك بتغيير قلاووظات أو مسامير أو نتوءات إضافية على سطح الاسطوانات. وتتراوح أطوال الاسطوانة عادة من ١٠٢٠ إلى ١٢٧٠ ملليمتر [ ٤٠ إلى ٥٠ بوصة ] وبأقطار من ٧٥ إلى ١٠٠ ملليمتر [٣ إلى ٤ بوصة]. والسرعات المحيطية لها عادة حوالي ١٨٠ متر/دقيقة [٦٠٠ قدم/دقيقة](١٢). وتعمل التواءات الحلزونات على تحرك السيقان إلى الخلف.

ونظراً لأنه يسمح للكيزان بأن تتلامس مع اسطوانات النزع المضلعة، فقد يحدث تفريط زائد لقاعدة الكوز إذا ما كانت سرعة الاسطوانات كبيرة جداً. أو كانت خشونة سطحها كبيرة وخاصة إذا كان محصول الذرة جافاً(١٠)،(١٢). وإذا لم تكن سطوح الاسطوانات خشنة بالقدر الكافي فسوف يزداد التفريط بانزلاق السيقان عند ملامسة قاعدة الكيزان للاسطوانات بسبب طول زمن التلامس. كما أن الخشونة الغير كافية تحت ظروف الجفاف قد ينتج عنها تجمع للمخلفات على الاسطوانات.

وتضبط مسافة الخلوص بين اسطوانات النزع المضلعة حلزونياً عند نهايتها الأمامية ويجب المحافظة عليها عند أدنى حد لها كلما أمكن ذلك، وبدون أن تسبب انسداد أو كسر للسيقان (من ٦ إلى ١٣ ملليمتر [$\frac{1}{4}$ إلى $\frac{1}{2}$ بوصة] تحت الظروف العادية)(١٠).. واتساع المسافة بين الاسطوانات يزيد من فريط الكيزان بفعل الاسطوانات وبسبب انزلاق السيقان مما يؤدي إلى سحب الكيزان على مسافة أبعد نحو الاسطوانات. ويمكن أن تضبط المسافة بين الاسطوانات لتكون ضيقة عندما تكون

السيقان صلبة وقوية بخلاف ما إذا كانت السيقان جافة وقابلة للقصف أو راقدة. ونظراً لتغير ظروف المحصول التي تواجهها الآلة فيكون من المطلوب ضبط خلوص الاسطوانات من كابينة القيادة أثناء الحصاد. وتسمح هذه الميزة بإزالة أي انسداد للاسطوانات بدون تعريض العامل للمخاطر.

ويمكن وصف الاسطوانات المموجة طولياً بالعنف الشديد في التعامل مع السيقان، فهي لها فعل إيجابي في سحب السيقان خلالها. وتتداخل التموجات الطولية على الاسطوانتين في معظم التصميمات، وقد وصفت إحدى الشركات اسطواناتها بأن لها حواف حادة في تموجاتها الطولية وموقوتة بحيث تستطيع الاسطوانتان وفي وقت واحد من أن تقبضا على السيقان.

وتعمل ألواح النزع فوق الاسطوانات (شكل ١٨ ـ ٣) على منع الكيزان من التلامس مع الاسطوانات. وتقلل الألواح المضبوطة ضبطاً ملائماً من تفريط قاعدة الكيزان والتي أحياناً تمثل فقداً كبيراً في حالة الاسطوانات ذات التضليع الحلزوني. وقد تصنع الاسطوانات المموجة من الحديد الزهر أو قد تكون من وحدات ذات تموجات صلبية قابلة للتغيير. وعادة تكون بأقطار من ٩٠ إلى ١٢٥ ملليمتر [$\frac{1}{2}$ ٣ إلى ٥ بوصة] وبأطوال (مستبعداً المقدمة المستدقة) من ٤٠٠ إلى ٦٠٠ ملليمتر[١٦ إلى ٢٤ بوصة]. وتكون السرعات المحيطية أكبر عما هو عليه مع الاسطوانات ذات التضليع الحلزوني بسبب أن قصر طول الاسطوانة يسمح بوقت أقل لسحب الطول الكامل لساق النبات إلى أسفل خلال الاسطوانات.

وتزود رؤوس حصاد الذرة باسطوانات ذات التموج الطولي. وقد طورت بعض الشركات وحدات لنزع كيزان الذرة قابلة للاستبدال من هذا النوع والتي قد يمكن أن تناسب الأنواع الأخرى من حاصدات الذرة. وتسمح

الاسطوانات المموجة بزيادة سعة الآلة وسرعات أرضية أعلى عن ما هو عليه مع الاسطوانات ذات التضليع الحلزوني[١٢]. وتزيل الاسطوانات المموجة وألواح النزع بعض الأغلفة مقارنة بالاسطوانات ذات التضليع الحلزوني. وهذه الخاصية غير مطلوبة في المجمعات حيث تتطلب وحدات تقشير ذات سعة كبيرة، ولكنها لا تمثل مشكلة مع وحدات الدراس والتذرية أو آلات الجمع والتفريط[١٢].

وعادة، وليس دائماً، يمكن ضبط المسافات بين ألواح النزع وبين الاسطوانات المموجة. ولكن يجب أن تكون المسافة بين ألواح النزع كبيرة بعض الشيء وبدون أن يسمح بمرور الكيزان الصغيرة بينها. وتقلل المسافة الواسعة من تكسير السيقان ومن كمية المخلفات التي تدخل إلى الآلة. وتكون المسافة بين الاسطوانات هنا أقل حرجاً مما هي عليه في الاسطوانات ذات التضليع الحلزوني، ويجب أن تضبط لتعطي فعلاً إيجابياً وبدون كسر للسيقان.

### ١٨ ـ ٥ إزالة المخلفات:

تزود آلات جمع الذرة باسطوانات خاصة لإزالة المخلفات والسيقان المكسورة والتي لم تطرد بواسطة اسطوانات نزع الكيزان ذات التضليع الحلزوني. وقد تزود النهاية العلوية من اسطوانات نزع الكيزان (شكل ١٨ ـ ٤) بأقسام مموجة. وتركب أحياناً اسطوانات مموجة مستعرضة عند نهاية ناقل الكيزان المنزرعة (شكل ١٨ ـ ٥). والوظيفة الأساسية لهذه الاسطوانة المستعرضة هي إزالة أجزاء السيقان الطويلة نسبياً، كما قد تستعمل مروحة طاردة للمساعدة في إزالة باقي المخلفات.

### ١٨ ـ ٦ وحدات التقشير:

تحتوي وحدة التقشير في آلة جمع الذرة على زوج من الاسطوانات التي تمسك بالأغلفة وتسحبها لأسفل بين الاسطوانات. وعادة تنزع كل الأغلفة

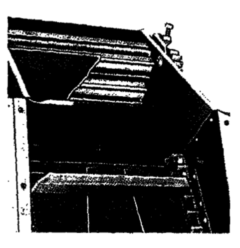
بمجرد أن يتم الإمساك بها. ويخصص لكل صف من صفوف الذرة بين زوجين إلى ثلاثة أزواج من اسطوانات التقشير. وقد تكون اسطوانات التقشير في مجاميع منفصلة عند نهاية السير الناقل من ناحية اسطوانات نزع الكيزان (شكل ١٨ ـ ٦ يساراً) أو قد تكون في نفس الصف مع اسطوانات النزع، ويتم تلقيمها عن طريق السير الناقل كما في شكل (١٨ ـ ٦ يمين). وفي مجاميع التقشير المنفصلة، قد تكون مجموعة لكل صف أو مجموعة لكل آلة.

وعادة تكون أقطار اسطوانات التقشير من ٦٤ إلى ٧٥ ملليمتر[ ٢ $\frac{1}{2}$ إلى ٣ بوصة] وبطول من ٧٦٠ إلى ١٢٧٠ ملليمتر [٣٠ إلى ٥٠ بوصة]. وتعمل عند سرعة تصل إلى ٥٠٠ لفة/دقيقة[١٢]. ومعظم الوحدات الموجودة حالياً عبارة عن اسطوانات من الحديد الزهر أو الصلب تعمل أمام اسطوانات مطاطية (غالباً ما توضع عليها رقائق من مخلفات الإطارة المطاطية). وتستعمل صور مختلفة من أشكال أسطحها للحصول على درجة العنف المطلوبة.

وتقوم أنظمة التقليم بتوزيع الكيزان على اسطوانات التقشير، كما أنها تمسك بالكيزان في مواجهة الاسطوانات وتحركها على طول الاسطوانات بمعدل منتظم. وتشتمل هذه الأنظمة على عجلات ذات أصابع من المطاط مركبة على محور مستعرض فوق اسطوانات التقشير (شكل ١٨ ـ ٦ يسار). وفرش مصنوعة من لدائن النايلون، وجنزير ناقل ذي ريش جانبية (شكل ١٨ ـ ٦ يمين). كما تساعد التجاويف الحلزونية على أسطح الاسطوانات في تقدم الكيزان وتحركها على طول الاسطوانات

وتوضع عادة بعض أنواع الغرابيل تحت وحدة التقشير لاسترداد الذرة المفرط من الأغلفة. ويعطي ناقل الأغلفة نوعاً من الاهتزاز على سطح الغرابيل، ويمر الذرة المفرط خلال فتحات الغربال ليذهب إلى عربة

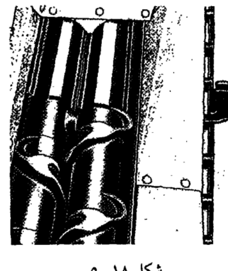
النقل مع الكيزان. ويستعمل أحياناً تيار من الهواء للمساعدة في عملية الفصل.



شكل ١٨ ـ ٤

شكل ١٨ ـ ٤ : اسطوانات المخلفات على : النهاية العلوية لأسطوانات نزع الكيزان

(Courtesy of Avco New Idea Div., Avco Corm).



شكل ١٨ ـ ٥

شكل ١٨ ـ ٥ اسطوانات إزالة السيقان عند: النهاية العلوية لناقل كيزان الذرة

(Courtesy of White Farm Equipment).

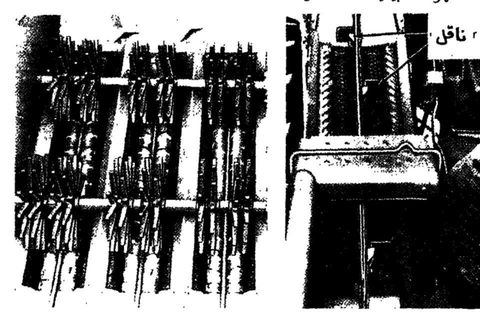
وطرق الضبط الرئيسية لوحدة التقشير هي :

أ ـ ضغط الاتصال بين اسطوانات التقشير والذي يمكن التحكم فيه عن طريق يايات ضغط.

ب ـ درجة عنف اسطوانات التقشير والتي يمكن أن تعدل بإضافة أو إزالة زوائد من المطاط، دبابيس. مسامير قلاوز . . . . . . . . إلخ.

جـ ـ ارتفاع نظام التلقيم فوق الاسطوانات. ويجب أن تضبط الوحدة للحصول على أعلى نسبة تقشير مع أدنى قدر من تفريط الذرة. والكميات الزائدة

من الذرة المفرطة قد تزيد من معدل إفساد الذرة في المخازن(١١). كما أن الأغلفة والمخلفات الأخرى تحتل مكاناً في المخزن وتقلل من حركة الهواء الطبيعية خلال الذرة.




شكل ١٨ ـ ٦: يسار: اثني عشر وحدة تقشير بعجلات ضاغطة ذات أصابع مطاطية (Courtesy of Avco New Idea Div,. AvcoCorp).

يمين: أربعة اسطوانات تقشير مدمجة مع اسطوانات نزع الكيزان
(Courtesy of Deere and Co)

## ١٨ ـ ٧: تفريط وتنظيف الذرة في آلة الضم والدراس المجمعة:

تعتبر اسطوانات الدراس ذات الجرايد المسننة الموجودة في آلة الضم والدراس إحدى الوسائل العادية (شكل ١٧ ـ ٣) والفعالة لتفريط الذرة من الكيزان. وتضبط مسافة الخلوص بين اسطوانات الدراس والصدر لتصبح بين ٢٥ إلى ٣٢ ملليمتر [١ إلى $\frac{1}{4}$ ١ بوصة] في المقدمة و ١٦ إلى ٢٢ ملليمتر [$\frac{5}{8}$ إلى $\frac{7}{8}$ بوصة] عند مؤخرتها. وتتراوح السرعات المحيطة لاسطوانات الدراس من ١٢,٧ إلى ٢٠,٣ متر/الثانية [٢٥٠٠ إلى ٤٠٠٠ قدم/دقيقة]، وفي الغالب تكون حوالي ١٥,٢ متر/الثانية [٣٠٠٠ قدم/الدقيقة]. وقد تركب

ألواح لملء الفراغات بين الجرايد المسننة على اسطوانة الدراس لمنع دخول الكيزان بينها، ولكن قد أشارت الاختبارات إلى أن نفعها (في تقليل فواقد التفريط) نادراً ما يبرر استعمالها فيما عدا الحالات التي تستخدم فيها سرعات منخفضة جداً لاسطوانة الدراس(١٨).

إن فصل الذرة المفرط عن القوالح والأغلفة والمخلفات الأخرى يعتبر عملية بسيطة نسبياً عندما يتم بواسطة آلات الضم والدراس المجمعة بمقارنتها بفصل الحبوب الصغيرة وبذور المحاصيل الأخرى من القش وأغلفة الحبوب. ولا ينطبق ذلك على الحالات التي تكون فيها الظروف الجوية والمحصولية بالغة المعاكسة.. ونادراً ما تكون سعة الفصل والتنظيف عاملاً محدداً عند حصاد الذرة بآلة الضم والدراس المجمعة. وتضبط فتحات غربال المواد العصافية وغربال التنظيف على فتحات أكبر مما هي عليه في حالة حبوب الغلال، كما يمكن السماح بتيار هواء أكبر ليمر خلال غربال التنظيف، حيث إن سرعة تعليق حبة الذرة تعتبر أكبر بالمقارنة بقطع من قوالح الذرة أو المواد الغريبة الأخرى الأخف وزناً(٢).

**١٨ ـ ٨ تفريط وتنظيف الذرة في آلة الجمع ـ والتفريط:**

بالرغم من وجود ـ على الأقل ـ نموذج واحد لآلة جمع وتفريط لها اسطوانة دراس ذات جرايد مسننة وصدر، إلا أن معظم آلات الجمع والتفريط لها وحدات تفريط تعمل بنظام الانسياب المحوري داخل هيكل شبكي وتحتوي آلة التفريط ذات الهيكل الشبكي على اسطوانة دوارة ذات نتوءات وتموجات حلزونية أو ريش متبادلة حول محيطها. وتعمل الاسطوانة بداخل الهيكل الشبكي الثابت الذي يتفاوت طوله من ١٠٢٠ إلى ١٤٢٠ ملليمتر [٤٠ إلى ٥٦ بوصة] وبقطر من ٢٨٠ إلى ٣٨٠ مليمتر [١١ إلى ١٥ بوصة]،

ويصنع الهيكل الشبكي من معدن مثقب أو قضبان دائرية متوازية ولها فتحات كبيرة تسمح بمرور الذرة المفرط بسهولة ولا تسمح بمرور القوالح . وتعمل الاسطوانة على سرعات بين ٧٠٠ إلى ٨٠٠ لفة/دقيقة ولها سرعة محيطية من ٦,١ إلى ١٠,٢ متر/ثانية [١٢٠٠ إلى ٢٠٠٠ قدم/دقيقة].

وتلقم الكيزان المنزرعة (مشتملة على الأغلفة) من فتحة في اتجاه قطري عند إحدى نهايات الهيكل الشبكي لتمر محيطياً وطولياً على طول الاسطوانة

أثناء عملية التفريط[٥]. وتتم عملية التفريط أساساً باحتكاك ودحرجة الكيزان والقوالح مع وعلى بعضهما وعلى الهيكل الشبكي (بمثابة الصدر) والأسطوانة الدوارة. ويمكن تغيير الوقت الذي تبقى فيه الكيزان في وحدة التفريط بضبط بداية الخروج عند نهاية الهيكل القفصي لتلائم الظروف المختلفة للمحصول.

ويسقط الذرة المفرط من خلال فتحات الهيكل الشبكي لينقله سير ناقل إلى خزان عربة النقل. كما تزال المخلفات الخفيفة عن الذرة المفرط عن طريق تيار مدفوع بمروحة دفع أو مروحة من النوع الساحب[٣]. كما تمر المواد الخارجة من الهيكل القفصي لبعض وحدات التفريط على غربال تنظيف لإتمام فصل الذرة المفرط من القوالح والأغلفة والمخلفات الأخرى[٥،١٢].

**١٨ ـ ٩ الفواقد الحقلية :**

تشتمل فواقد الآلة مع آلة الضم والدراس أو آلة الجمع والتفريط على .

( أ ) فواقد الضم (فقد الكيزان) عند دخول السيقان لوحدة الضم أو الجمع (ب) فواقد أسطوانات النزع (ذرة مفرط وفقد بواسطة إسطوانات النزع أو ألواح النزع)، (جـ) فواقد الأسطوانة أو وحدة التفريط وحبوب لم يتم فرطها وبقيت على القوالح، (د) فواقد الفصل والتنظيف. وتتعرض آلات نزع الكيزان وآلات الجمع إلى نوعين الأولين من فواقد الآلة.

وتعتبر فواقد ما قبل الحصاد مهمة أيضاً، ولكنها لا تتعلق بأداء الآلة. فهي تتكون أساساً من الكيزان التي فصلت عن السيقان لأسباب طبيعية. وتشير الفواقد الكبيرة قبل الحصاد إلى وجود ضعف وراثي في بعض الأصناف والتي تحتاج إلى الاستمرار في تربية وتطوير نباتات أقل حساسية للرقاد، ولها روابط أقوى بين الكيزان والسيقان.

وتحدث فواقد أخرى بسبب عدم النضج إذا ما تم حصاد الذرة مبكراً عن ميعاد الحصاد. وقد أشارت الاختبارات إلى أنه قد لا يتحقق النضج الكامل، والإنتاجية القصوى للمحصول إلا بعد أن ينخفض المحتوى الرطوبي في الحبة إلى ٢٦ ٪، هذا على أن يصل الذرة إلى هذا المستوى من الرطوبة قبل الصقيع[١٢] ومع ذلك فإنه في المواسم الباردة من المحتمل أن يعرق الصقيع من تراكم المادة الجافة عند محتويات رطوبية أعلى[١٢]. ويبدأ حصاد الذرة غالباً في الولايات المعروفة بحزام الذرة عند محتوى رطوبي أعلى من ٣٠ ٪، وقد يصل المحتوى الرطوبي إلى ما تحت ٢٠ ٪ قبل إتمام الحصاد، وخاصة في المناخات الجافة. فمعدل التجفيف يتراوح من ٠,٣ إلى ٠,٦ ٪ لكل يوم[١١]،[٢٠]. وفي دراسة في ولاية أوهايو لمدة ثلاث سنوات، كان متوسط المحتوى الرطوبي خلال موسم الحصاد عند الحصاد بآلة الضم والدراس المجمعة حوالي ٢٥ ٪.

ويجب أن يجفف الذرة المفرط والذي تم حصاده عند محتويات رطوبية عالية بالتجفيف الصناعي ليصل إلى محتوى رطوبي ١٥ ٪ ليسمح بالتخزين الآمن. ومع ذلك فيمكن تخزين كيزان الذرة بأمان بدون تجفيف صناعي عندما يكون المحتوى الرطوبي للحبة حوالي ٢٠ ٪[٢٠].

وتتأثر الفواقد الحقلية بنوع الحاصدة، ضبطات الآلة، السرعة الأمامية،

ميعاد الحصاد، المحتوى الرطوبي، الاختلافات بين الأصناف، كمية الرقاد، وبعض العوامل الأخرى. وتوجد نتائج دراسات الفقد حيث سجلت بواسطة مختلف الباحثين وذلك قبل عام ١٩٦٥ وملخصة ومدعمة بمناقشة لها في المرجع رقم ١٢، هذا بالإضافة إلى النتائج الأكثر حداثة حيث توجد في المراجع رقم ٧ و ٢١.

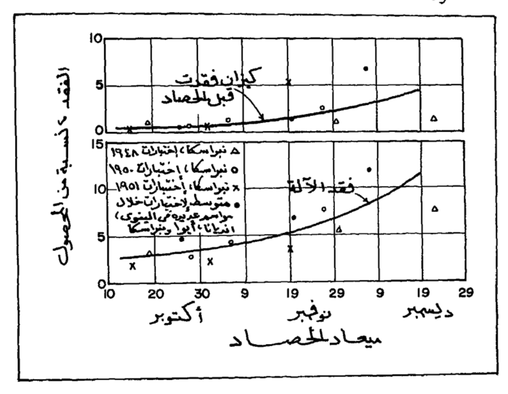
وفواقد فترة ما قبل الحصاد وفواقد جمع الآلة تزداد بتقدم الموسم الزراعي. إذ تصبح السيقان جافة وقابلة للقصف، كما أنها تميل إلى الرقاد نتيجة للظروف الجوية غير المواتية. كما تنكسر الكيزان عن السيقان بسهولة وتزيد السرعات الأمامية العالية وعدم تمركز ودخول الآلة غير المضبوط على صف النباتات من فقد الكيزان وخاصة عندما تكون السيقان راقدة. ويوصي بسرعات أمامية بين ٣,٢ إلى ٤,٨ كيلومتر/ الساعة[٢ إلى ٣ ميل/ الساعة][٧].

ويوضح المنحنى العلوي في شكل ١٨ ـ ٧ زيادة فواقد ما قبل الحصاد مع تأخير ميعاد الحصاد. ففي اختبارات أجريت في ولاية أيوا[٢١] فقد تغيرت فواقد ما قبل الحصاد إلى حدٍّ كبير بين خمسة أنواع من الذرة تفوق ١٠ ٪ من المحصول عن محتوى رطوبي للحبة ٢٠ ٪ (بينما كان الفقد حوالي ١ ٪ فقط عند محتوى رطوبي من ٢٦ ٪ إلى ٢٩ ٪ قبل ذلك بأسبوعين أو ثلاثة).

وقد كانت فواقد الضم بآلة الضم والدراس المجمعة تميل لأن تتخذ نفس نمط فواقد ما قبل الحصاد ولكن بقيم تصل إلى النصف[٢١].

وفي دراسة لمدة ثلاثة سنوات لعدد كبير من المزارعين في ولاية أوهايو كانت فواقد الضم من آلة الضم والدراس المجمعة ثابتة وضعف ما هي عليه في آلات الجمع العادية[٧]. وكان الفقد الأكبر مع آلة الضم والدراس المجمعة

يرجع جزئياً إلى أن ميل العمال في المحافظة على أن تبقى مقدمة جهاز الحصاد عن سطح الأرض لتقليل احتمال دخول قطع الأحجار إلى الاسطوانات. ويمثل متوسط فقط الضم في آلات الضم والدراس المجمعة (مسجلاً بوحدة الحجم لكل وحدة مساحة) حوالي من ٤ إلى ٥ ٪ من ناتج المحصول.




شكل ١٨ ـ ٧: علاقة الفواقد الحقلية بميعاد الحصاد لآلة جمع الذرة (هذه البيانات مأخوذة من المرجع رقم ٤، ١١و ٢٠).

وتزداد فواقد الذرة المفرط عند اسطوانات نزع الكيزان بانخفاض المحتوى الرطوبي للحبة وخاصة تحت ٢٠ ٪[١٢]،[٢٠]. وعموماً، فإن الفواقد مع اسطوانات نزع الكيزان المضلعة حلزونياً يمكن أن تكون بين ٢ إلى ٤ ٪ عند محتوى رطوبي للحبة يصل إلى ٢٠ ٪[١٢]،[١٣]،[٢٠]. وأكبر إلى حدٍّ بعيد عند محتوى رطوبي ١٥ ٪[١٢]، كما أن زيادة السرعة الأمامية تزيد من الفواقد

مع اسطوانات نزع الكيزان ذات التضليع الحلزوني[١٢]. أما في حالة اسطوانات نزع الكيزان المموجة وألواح النزع المضبوطة ضبطاً ملائماً، كما هو مستعمل على رؤوس حصاد الذرة على آلات الضم والدراس المجمعة، فإن الفواقد تكون عادة أقل من ١ ٪[٧،٢٠] ولا تتأثر كثيراً بالمحتوى الرطوبي[٢١].

وتزداد فواقد اسطوانة الدراس في آلة الضم والدراس المجمعة إذا كانت السرعة المحيطية منخفضة جداً وكانت مسافة الخلوص بين الصدر واسطوانة الدراس كبيرة جداً. ويبدو أن فواقد اسطوانة الدراس مع آلة الضم والدراس المجمعة أو في وحدة التفريط ذات الهيكل الشبكي هي على علاقة أكثر ارتباطاً بالمحتوى الرطوبي للقوالح من المحتوى الرطوبي للحبة، وتقل بنقص المحتوى الرطوبي أثناء موسم الحصاد[٦،١٨،٢١]. . وتتشابه الفواقد مع النوعين من آلات التفريط[١٢]. كانت فواقد اسطوانة الدراس لآلات الضم والدراس المجمعة أقل من ١ ٪ حسب ما أشارت إليه دراسات تمت في ولاية أيوا[٢١] وأوهايو[٧] وهي غالباً تكون أقل من $\frac{1}{2}$ ٪ حتى عند محتوى رطوبي للحبة عالي يصل إلى ٣٥ ٪.

كما أن فواقد الفصل والتنظيف في آلة الضم والدراس المجمعة تكون عادة أقل من $\frac{1}{2}$ ٪[٧،٢١]. ومع ذلك فقد تكون الفواقد أعلى من ذلك، إذا لم تكن وحدة نزع الكيزان مضبوطة ضبطاً ملائماً حيث تدخل كميات كبيرة من قطع السيقان والمواد الخضراء الأخرى إلى آلة الضم والدراس[١٢]. وعادة تكون فواقد الفصل مع آلة الجمع ـ والتفريط منخفضة عندما يكون لوحدة التفريط غربالاً للتنظيف[٦] ولكن قد تكون عالية إذا كان كل الفصل يتم خلال الهيكل القفصي[١٢].

إن كل فواقد الآلة التي يتعرض لها الجمع الميكانيكي تزداد بنقص المحتوى الرطوبي خلال الموسم. ويبين شكل ١٨ ـ ٧ العلاقة بين ميعاد

الحصاد وفقد الآلة الكلي. وهذا باعتبار أنـه تم التحصل على فـواقد الآلـة. فواقد قبل الحصاد، فواقد عدم النضج، أقصى إنتاج محصود بآلة جمـع الذرة عند محتوى رطوبي للحبة بين ٣٠ إلى ٣٥ ٪[١٢]، ومع آلة الجمع والتفريط، فـإن النقص في فقد اسـطوانة التفـريط بتقـدم المـوسم ينقـل استـرداد أقصى محصول إلى مدى محتوى رطوبي للحبة بين ٢٥ إلى ٣٠ ٪[١٢].

وفي دراسات ولاية أوياهو[٧] فقد كان متوسط الفواقـد الكلية من وحـدة نـزع الكيـزان واسـطوانـة التفـريط، والـفصـل والـتنـظيف مجـتمـعـة حـوالي ١٢٠ كيلوجرام/هكتـار(*) [١,٩ بوشـل/ أيكـر] وفـواقـد الضم كـانت بمتوسط ٢٤٠ كيلوجرام/هكتار(*) [٣,٨ بوشـل/ أيكر]. وبفـرض أن متوسط الإنتاج من ٥,٠ إلى ٦,٠ ميجاجرام/هكتار(*) [٨٠ إلى ٩٥ بوشل/ أيكر] فإن متوسط فقد الآلة الكلي قد يصل من ٦ إلى ٧ ٪. وفي اختبارات ولاية أوهايو مع آلة الضم والدراس المجمعة في خمس أنواع من الذرة[٢١] فقد كانت فواقد الآلة بخلاف فواقد الضم عادة ومجتمعة أقل من ١ ٪. وعند محتويات رطوبية للحبة بين ٢٠ إلى ٢٥ ٪ كانت فواقد الآلة الكلية (وتشمل فواقد الضم) بين ١ إلى ٤ ٪ وأن فواقد الضم قد مثلت من ٦٠ إلى ٨٥ ٪ من الفقد الكلي.

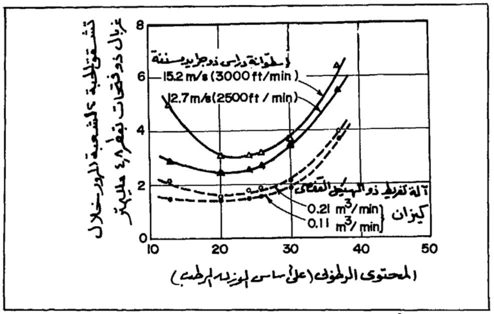
### ١٨ ـ ١٠ تلف حبة الذرة:

تمثل الحبوب المكسورة والمشقوقة مصدر قلق للمزارعين حيث إنها مـا لم تستبعد بالغرابيل فـإنها تؤثـر في عملية التجفيف وتـزيد من احتمـال تلف الحبوب في المخازن ومقاييس التدريج في الولايـات المتحدة تنص على أن تكون نسب الكتلة القصوى التي تمر من خلال غربال ذي فتحـات بقطر ٤,٨ ملليمتر[ $\frac{١٢}{٦٤}$ بـوصة ] هي في حـدود ٢ ٪ للحبـوب من الدرجـة الأولى ، ٣٪ للدرجة الثانية، ٤ ٪ للدرجة الثالثة. . . . . . . إلخ.

---

(*) بفرض ٢٥,٤ كيلوجرام [ ٥٦ رطل ] لكل بوشل.

ويزداد التلف من اسطوانة الدراس ذات الجرايد المسننة مع السرعة المحيطية لها وخاصة عند سرعات أعلى من ١٥,٢ متر/الثانية [٣٠٠٠ قدم/دقيقة] (٨)،(١٨)، وقد أشارت التجارب المعملية إلى أن هذا الفقد يقل بدرجة كبيرة عند تلقيم كيزان الذرة إلى الاسطوانة بحيث تكون محاورها موازية لمحور الاسطوانة عن ما إذا كان التلقيم طولياً وفي اتجاه عشوائي(١٦). وللمحتوى الرطوبي في الحبة تأثير جوهري على التلف سواء كان من اسطوانة الدراس أو من آلة التفريط من النوع ذي الهيكل القفصي. فقد أشارت النتائج من مختلف الدراسات(٧)،(١٦) إلى أنه تزداد نسبة تشقق الحبوب كلما ازداد أو انخفض المحتوى الرطوبي عن مدى معين بين ٢٠ و ٢٢ ٪ حيث كانت نسبة التشقق فيه عند أدنى حدودها.




**شكل ١٨ - ٨ تأثير المحتوى الرطوبي للحبه على تشقق الحبوب من نوعين لوحدات التفريط والمحددة مع غربال ذي فتحات ٤,٨ مليمتر [١٢/٦٤ بعض]**

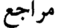
**(Data From D.M. Byg and G.E. Hall[7])**

وقيم التلف المبنية على أساس الفحص العيني للحبوب تكون أكبر بعدة مرات من نسب التشقق المحددة من الغربال القياس ذي الفتحات التي بقطر

٤,٨ ملليمتر[١٢/ ٦٤ بوصة). ولم يظهر تحديد التلف العيني من آلة التفريط ذات الهيكل القفصي أية زيادة عندما أنخفض المحتوى الرطوبي عن ٢٠٪[١٢]،[١٨] وقيم التشقق الموجودة في شكل ١٨ ـ ٨ قد تم الحصول عليها من اختبارات معملية وهي مبينة على عينات من كل المواد التي مرت خلال وحدات التفريط[٧]. والعينات المأخوذة من خزان حبوب آلة الضم والدراس في اختبارات حقلية لا تشمل رقائق وكسر الحبة والأصغر من أن تسترد عن طريق غربال التنظيف. وبناء عليه فقد أعطت نسباً أقل من التلف. . وفي دراسة حقلية لمدة ثلاث سنوات على أكثر من مائة آلة ضم ودراس مجمعة في ولاية أوهايو، فقد تراوحت نسب المرور خلال الغربال القياس ذي الفتحات بقطر ٤,٨ ملليمتر[١٢/ ٦٤ بوصة] من ٢,٠ الى ٧,٣٪ وبمتوسط ١,٧٪[٧].

### ١٨ ـ ١١ الأمان في عملية حصادة الذرة

تعتبر اسطوانات نزع الكيزان من النوع ذي التضليعات الحلزونية خطرة بطبيعتها حيث أنه لا يمكن حجبها تماماً. فمعظم حوادث حاصدات الذرة تنتج عن محاولة العامل إزالة إنسداد أسطوانات ذات التموج الطولي هي أكثر أماناً من تلك ذات التضليع الحلزوني بسبب وجود أنواع النزع التي تعمل كحماية واقية للعامل. وتزداد درجة الأمان بوضع نظام يسمح بفتح أسطوانات نزع الكيزان ذات التضليع الحلزوني ومن مكان العامل في حالة انسدادها أو عندما تكون على وشك الأنسداد.



1 — Agricultural Statisics, 1976 USDA.
2 — Annual statistics isue. Implement and Tractor, 91 (22): 16 - 70, Now. 7, 1976.
3 — BARKSTROM, R. New developments in field shelling of corn. Agr., Eng 45: 484 - 485, 500, Sept., 1964.
4 — BATEMAN, H. P., G. E. PICKARD, and W. BOWERS. Corn picker operation to save corn and hands. Illinois Agr. Ext. Circ. 697, 1952.
5 — BELDIN, R. L. and A. B. SKROMME. Shelling attachment attachment for mounted corn picker. Agr. Eng., 40: 87 - 91 Feb., 1959.
6 — BURROUGH, D. E., and R. P. HARBAGE. Performance of a corn picker - sheller. Agr. Eng., 34: 21 - 22, Jan., 1953.
7 — BYG, D. M. and G. E. HALL. Corn lossess and kernel damage in field shelling of corn. Trans ASAE, 11 (2): 164 - 166, 1968.
8 — Harvesting corn by combine. A symposium of six papers. Agr. Eng., 36: 791 - 800, 802, Dec., 1955.
9 — HOPKINS, D. F. and G. E. PICKARD. Corn shelling with a combine cylinder. Agr. Eng. 34: 461 - 464, July, 1953.
10 — HULL, D. O. Adjusting the corn picker. Iowa Agr. Ext. Pamphlet 161, 1950.
11 — HURLBUT, L. W. How efficient is your corn harvest? Nebraska Expt. Sta. Quarterly, 1 (2): 6 — 8, Fall, 1952.
12 — JOHNSON, W. H. and B. j. LAMP. Principles Equipment, and Systems for Corn Harvesting. Agricultural Consulting Associates, Inc., Wooster, Ohio, 1966. Available now only form Avi Publishing Co. Westport, Conn.
13 — JOHNSON, W. H. B. J. LAMP, J. E. HENRY, and G. E. HALL. Corn harvesting performance at various dates. Trans. ASAE, 6 (3): 268 — 272, 1963.
14 — LOGAN, C. A. The development of a corn combine. Agr. Eng., 12: 277 - 278, July, 1931.
15 — Nachinery management. Successful Farming, 69 (8): 14, june - july, 1971.
16 — MAHMOUD, A. R., and W. F. BUCHELE. Corn ear orientation effects on mechanical damage and forces on concave. Trans. ASAE, 18 (3): 444 - 447, 452, 1975.

17 — McKIBBEN, E. G. Harvesting corn with a combine. Agr. Eng. 10: 231 - 232, July, 1929.
18 — MORRISON, C. S. Attachments for combining corn. Agr. Eng. 36: 796 - 799, Dec. 1955.
19 — PICKARD, G. E. and H. P. BATEMAN. Combining. Agr. Eng. 35: 500, 504. July, 1954.
20 — SMITH, C. W., W. E. LYNESS and T. A. KIESSELBACH. Factors affecting the efficiency of the mechanical corn picker. Nebraska Agr. Expt. Sta. Bull. 394, 1949.
21 — WAELTI, H, W. F. BUCHELE and M. Farrell. Progress report on losses associated with corn harvesting in lown. J. Agr, Eng Res. 14: 134 - 138, 1949.

# الباب التاسع عشر
# حصـــاد القطـــن

# الباب التاسع عشر
# حصـــاد القطـــن

## ١٩ - ١ مقدمة

إن الأنتاج السنوي للقطن في الولايات المتحدة الأمريكية عـادة ما يبلغ من ١٠ إلى ١٣ مليـــون بـالـــة. وأكثر من ٩٠٪ من هـــذه الكميـــة يحصـــد ميكانيكياً[٥]. والنوعان شائعا الاستعمال من آليات جني القطن يعرفان باسم آلة اللقط وآلة النزع. وآلة اللقط الميكانيكي تكون إختيارية حيث تقوم بعملية فصل القطن الزهر من اللوزة المفتوحة، بينما اللوزات الخضراء غير المفتوحة تتـرك على النبـات لاكتمال النضـج وتجمع في وقت لاحق. وفي المسـاحـات التي تعطى محصولاً عـالياً، كمـا في بعض المناطق الأخـرى التي يمثل فيهـا الجو عامل خطورة فإنه يصبح من المهم أن تبـدأ عملية الحصـاد مبكراً كلمـا أمكن ذلك. وإنه من المتبع في مثل هذه الأحوال أن يتم المرور على الحقل مرتين مع السمـاح بفترة تتـراوح بين ٤ إلى ٦ أسابيـع بين عمليتي الحصاد. وفي بعض الظروف قد تصبح عملية التجميع الثانية غير مجدية اقتصادياً.

وآليات النزع تعتبر من ناحية أخرى آلة تجميع كلي تتم لمرة واحدة حيث تجنى جميـع اللوزات سواء كـانت مفتوحـة أو مغلقـة بـالمـرور مـرة واحـدة فـوق النبات، ولذلك فإن الحصاد بآلة النزع عادة ما يتأخر حتى تقع أوراق النباتـات بعد أول صقيع. وفي بعض الحالات يتم رش النباتات بمحاليل كيماوية لتساعد

على ذبول الأوراق وجفافها وسقوطها، وذلك في حالة الرغبة في الحصاد المبكر.

وآليات اللقط تكون أفضل الآليات للمناطق المروية والمناطق التي تتعرض الى أمطار غزيرة، ويكون الأنتاج فيها ـ عادة ـ عالياً، والألياف طويلة، واللوزات من النوع المفتوح، ويكون فيها المجموع الخضري متدرجاً في النمو. وآليات النزع تكون أفضل في مناطق السهول المرتفعة والسهول المتعرجة ومناطق الأراضي السوداء في ولاية تكساس (high plains, Rolling Plain and Black Land areas) وكذلك في أوكلاهوما حيث تكون النباتات صغيرة والمحصول قليلاً نسبياً[١٠]. وآليات النزع تكون أكثر نجاحاً مع نباتات تكون لها لوزات ذات مقاومة عالية للرياح، وفي المناطق التي تصبح جافة خلال موسم الحصاد[١٠]. وآلة التقاط القطن تتميز بالمرونة وتعدد الأغراض مقارناً مع آلية النزع، وهي أيضاً تتحمل مدى أوسع من أحوال وظروف المحصول، كما أنها أقل تأثراً بالنجيل والحشائش. وعادة ما تزرع نباتات القطن على مسافات بين الصفوف تتروام ما بين ٩٧ الى ١١٧ سنتيمتر [٣٨ إلى ٤٢ بوصة] ولكن هناك أبحاث كثيرة تتعلق بالزراعة على مسافات ضيقة وعدد نباتات أكبر في نفس المساحة قد بدأت منذ أعوام ١٩٦٠[٢،١٣،١٥،١٧،٢٣،٢٥،٢٦]. وقد زاد أهتمام المزارعين في هذه النظم منذ عام ١٩٧٠ عندما أصبحت آليات النزع ذات العرض المستمر والمناسبة للصفوف تتوفر بكثرة في الأسواق. وقد راجت الزراعة في صفوف ضيقة واستخدمها المزارعون في ولايات عديدة عام ١٩٧٠. . وقد زادت المساحة زيادة كبيرة في عام ١٩٧١، ١٩٧٢[٢٥،٢٦].

والزراعة في الصفوف المنفردة وعلى مسافات ضيقة كانت تتراوح في الغالب بين ١٥ سنتيمتر الى ٥١ سنتيمتر [٦ إلى ٢٠ بوصة] ويتم استخدامها في

الأرض المنبسطة. وفي نمط آخر شائع الاستخدام في الزراعة حيث تتم الزراعة في صفين عادة ما تكون المسافة بينهما من ٣٠ إلى ٤١ سنتيمتر [١٢ إلى ١٦ بوصة] على مصاطب المسافة بين خطي وسطها ١٠٢ سم [٤٠ بوصة]. والزراعة في صف واحد على مصاطب المسافات بينها ٥١ سم [٢٠ بوصة] تسمح بعمليات مقاومة الحشائش بعد الزراعة. وقد تراوحت أعداد النباتات في الحقل في معظم الأبحاث ما بين ٨٦٠٠ الى ١٢٤٠٠٠ نبات في الهكتار [٣٥٠٠٠ إلى ٥٠٠٠٠ نبات في الأيكر] في الزراعة التقليدية الى أعلى من ٤٩٤٠٠٠ نبات في الهكتار [٢٠٠٠٠٠ نبات في الأيكر] في المسافات الضيقة.

والغرض الأساسي من الزراعة على مسافات ضيقة، والكثافة العالية للنباتات وهو تقليل تكاليف الانتاج مع زيادة صافي الأرباح. ومن الوسائل الهامة في تخفيض التكاليف هو تطوير عينات من النباتات وطرق الزراعة تؤدي الى الحصول على فترة أثمار قصيرة ونضج مبكر وبالتالي يصبح من الممكن أجراء عملية الحصاد مرة واحدة وتقل عمليات العزيق اللازمة للمحصول، كما يتم تفادي عمليات الرش بالمبيد التي تجري عادة في آخر الموسم الطويل.

وبالرغم من أنه قد تم تحقيق بعض النجاحات في سبيل الوصول إلى تلك الأهداف، إلا أن النتائج كانت متفاوتة[٢، ١٣، ١٧، ٢٥، ٢٦]. وقد أمكن زيادة المحصول بنسبة ١٠ إلى ٢٠٪ بالزراعة على مسافات ضيقة[٢، ١٧، ٢٦]. ولكن تحت بعض الظروف قد انخفضت هذه النسبة[٢٥]. وعمليات مقاومة الحشائش في هذه الحالة تصبح أصعب عما هو عليه الحال في الزراعة العادية. والأصناف التي كانت متاحة حتى عام ١٩٧٦ لم تكن مناسبة للزراعة على مسافات ضيقة في بعض المناطق.

# آلات اللقط الميكانيكية

١٩ ـ ٢ تطورها

كانت أول محاولة للقط القطن ميكانيكياً قد بدأت بواسطة رمبورت وبريسكوت في عام ١٨٥٠[١١]. ومنذ ذلك الحين قد سجلت مئات الاختراعات لأنواع مختلفة من آليات الحصاد للقطن. وقد ظهرت أول آلة لقط القطن على نطاق تجاري في أوائل الأربعينات ولكن حتى عام ١٩٤٦ لم يتم صنع هذه الآلات على نطاق واسع. وفي عام ١٩٦٤ كان هناك حوالي ٥٣٠٠٠ آلة لقط تقريباً تستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية[٢٠].

**١٩ ـ ٣ مكونات آلة اللقط ومتطلباتها الأساسية**

تشتمل آلة لقط القطن أساساً على الوحدات الوظيفية الآتية:

١ ـ تركيبة لتوجه نباتات القطن إلى منطقية اللقط وتعطى الدعم المناسب للنباتات عند إزالة القطن الزهر.

٢ ـ وسائل لإزالة القطن من اللوزات المتفتحة.

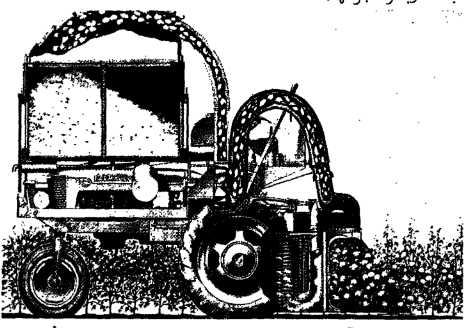
٣ ـ نظام نقل القطن المحصود.

٤ ـ سلة التخزين أو الوعاء الذي يتراكم فيه القطن المحصود.

وأغلب أنواع آلات لقط القطن الحديثة هي ذاتية الحركة وتعمل على صفين. ولقد كان هناك في عام ١٩٧٦ نموذج لآلة تعمل على صف واحد

وتعلق خلف جرارات عالية الخلوص حيث تستبدل مع رشاشات المحاصيل المزروعة في صفوف الموجودة على هذه الجرارات.

وآلة اللقط الميكانيكية لا بد أن تكون قادرة على جني القطن الزهر الناضج* مع أقل فاقد ممكن وبدون حدوث أي تلف للألياف والنبات أو اللوزات الغير متفتحة. ولضمان الحصول على أعلى جودة للقطن المحصود لا بد أن يحتوي ناتج الحصاد على أقل عدد ممكن من الأوراق والسيقان وأغلفة الثمرة والحشائش والأجزاء الغريبة الأخرى التي تدخل وتخلط مع ألياف القطن. ويعتمد مدى تحقيق هذه المتطلبات على مقدار الرقة في تداول النباتات عند مرورها في الآلة. وأنسياب النباتات عبر الممرات المخصصة لها واستعمال الروافع المناسبة لا فرع النبات بالإضافة الى توافق الأجزاء المتحركة من آلة الجني وتزامنها مع السرعة الأمامية حيث أن كل ذلك يقلل من اهتزاز النباتات وبعثرة أجزائها.



**شكل ١٩ ـ ١ تركيبة آلة لقط القطن الميكانيكية ـ النوع الموضح من نماذج أعوام ١٩٥٠ ولكن التركيب العام يشبه إلى حد كبير آليات الجني الحديثة .**
**( Courtesy of International Harverster Co. )**

* القطن الزهر يتكون من عدة بذور صغيرة محاطة بزغب وتنمو داخل أغلفة اللوزة.

**١٩ ـ ٤ المغازل**

المغزل الدوار الذي يخترق نباتات القطن ويلتف حوله القطن الزهر من اللوز المتفتحة، ثم ينسحب الى الحيز الذي يتم فيه رفع القطن منه هو الذي يستخدم في كل حاصدات القطن التجارية المتوفرة حالياً. والحركة الخلفية للمغزل في حيز الجني تكون متساوية تماماً مع الحركة الأمامية للآلة (عادة ٢ ,٣ إلى ٥,٦ كيلومتر/ ساعة) [٢ إلى ٣,٥ ميل/ ساعة]) وبالتالي يكون المغزل في حيز الجني لا يتحرك للأمام أو إلى الخلف، أي سرعته صفر، بالنسبة لنباتات القطن. وكل مغزل دوار يخترق نبات القطن مباشرة من جانب الصف ويعمل على اللوزة المتفتحة إن وجدت أمامه. وبعد ذلك ينسحب خارجاً الى الجانب مع أقل تأثير أو تلف على النبات المتبقى. والمسافات التي توضع عليها المغازل تعادل تقريباً ٣٨ × ٣٨ ملليمتر (١,٥ × ١,٥ بوصة) بحيث تسمح بالمرور على اللوزات غير المتفتحة وتركها على النبات تنضج ويتم حصادها بعد ذلك.

والأنواع المتوفرة حالياً من آليات حصاد القطن لها إما مغازل مخروطية مدببة أو مغازل مستقيمة ذات نصف قطر صغير. وتحمل المغازل أما على أعمدة مرتبة على أسطوانات رأسية أو على تجاويف رأسية ممسوكة بسيور سلسلية دوارة.

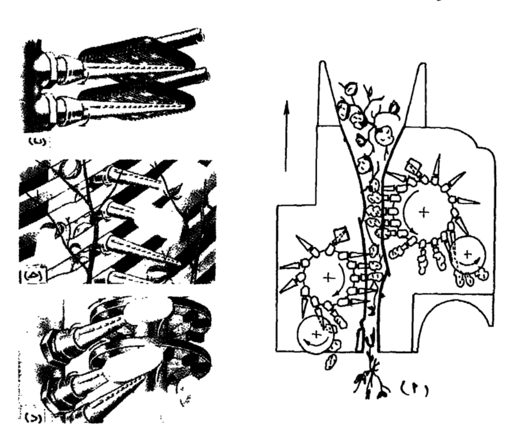
والمغازل المخروطية المدببة تستخدم عادة في الحاصدات ذات الأسطوانات ولها عدد يتراوح بين ٣ الى ٤ صفوف طولية من الأشواك الحادة لشبك القطن (شكل ١٩ ـ ٢). وتتفاوت سرعة المغزل من حوالي ١٨٥٠ لفة/دقيقة عند سرعة أمامية ٢,٩ كيلومتر/ساعة [١,٩ ميل/ساعة] إلى ٣٢٥٠ لفة/دقيقة عند ٥ كيلومتر/ ساعة [٣,١ ميل/ساعة].

وفي مجموعات من الاختبارات المعملية(٤)، وجد أن سرعة المغزل لها تأثير واضح على كفاءة الالتقاط، فعندما كانت اللوزات منفشة، ذات الكفاءة من ٨٠٪ عند سرعة ٧٠٠ لفة/ دقيقة الى ٩٥٪ عند ٢٣٠٠ لفة/ دقيقة وبقيت ثابتة من ٣٢٠٠ الى ٣٩٠٠ لفة/ دقيقة ثم انخفضت قليلاً عند ٤٧٠٠ لفة/ دقيقة. والفواقد عند سرعات منخفضة تكون عبارة عن أقطان تترك على أغلفة اللوزات، بينما تكون معظم الفواقد عند السرعات العالية عبارة عن بعثرة وإسقاط القطن بالمغزل. وقد زادت كفاءة الجني للوزات المعقودة التي تفتحت قبل النضج (احتوت على تكتلات قطنية) وقد زادت خطياً مع زيادة سرعة المغزل من ٤٩ ٪ عند ٧٠٠ لفة/دقيقة إلى ٧٢ ٪ عند سرعة ٣٩٠٠ لفة/دقيقة. وهذه النتائج تقترح إمكانية زيادة سرعة المغزل في حقول الأقطان التي تتفتح قبل النضج.

وقد قورنت المسافات الأفقية ٣٣، ٤٠، ٤٦، ٥٢ ملليمتر [١ $\frac{٥}{١٦}$ ، ١ $\frac{٩}{١٦}$ ، $\frac{٣}{١٦}$ ، ٢ $\frac{١}{١٦}$ بوصة] بين المغازل في نفس تلك الاختبارات مع الإبقاء على المسافة الرأسية وهي ٤١ ملليمتر [١ $\frac{٥}{٨}$ بوصة]. وبقيت كفاءة الجني في القطن المنتفش ثابتة لأقل ٣ مسافات للمغازل ولكنها كانت منخفضة بقدر ملحوظ عند مسافة ٥٢ ملليمتر. وفي وجود الأقطان التي تتفتح قبل النضج انخفضت الكفاءة مع كل زيادة للمسافة بمقدار ٦ ملليمترات.

والمغازل المستقيمة عادة ما تستخدم في آليات الجني ذات السيور المجنزرة (شكل ١٩ ـ ٣). وتكون في العادة أطول من المغازل المخروطية وأصغر بكثير في القطر. وقد يكون المغزل مستديراً أو مربعاً، وربما يكون سطحه أملس أو خشناً. . وإحدى الآلات لها مغازل بأشواك مزدوجة للحصول على التقاط أفضل. وعموماً فإن قابليتها للجني تعتمد اعتماداً كلياً على بقاء

المغزل رطباً عند التصاقه بشعيرات القطن. وفي الآليات الحديثة تدور المغازل من هذا النوع حول نفسها بسرعة تبلغ حوالي ١٢٥٠ لفة في الدقيقة (عند سرعة ٤,٨ كيلومتر/ ساعة للآلة [٣ ميل/ ساعة]) عندما تكون في حيز التقاط القطن ولا تدار في الجزء الباقي من دورتها.

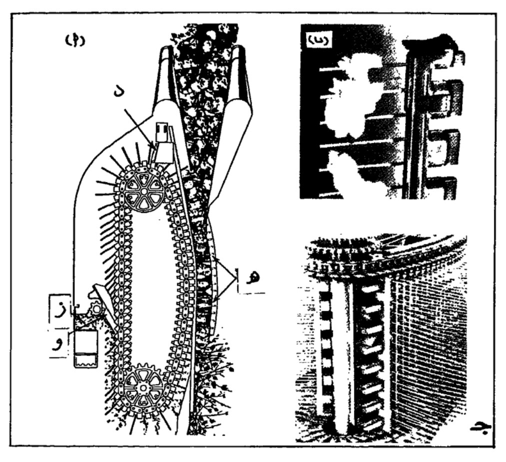



**شكل ١٩ ـ ٢ أجزاء آلة لقط القطن ذات المغازل المركبة على أسطوانات.**
**أ ـ منظر أفقي لأسطوانات الجني. ب ـ وسائد ترطيب المغزل. جـ ـ المغازل بارزة وداخل النباتات من خلال قطاع شبكي. د ـ قرص سحب القطن**
**( Courtesy of Deere and Co. )**

## ١٩ ـ ٥ تركيبات المغازل على أسطوانات

شكل (١٩ ـ ٢) يوضح تركيبة الأسطوانات المترادفة لآلة الجني. وتلتقط الأسطوانات القطن من على جانبي الصف الذي يجري حصاده. ويوجد لوح

تحت ضغط زنبركي يمكن ضبطه عند حد معين مركب أمام كل أسطوانة ليعمل على حشر النباتات أمام المغزل في حيز الجني. والخلوص بين لوح الضغط ونهاية المغزل يتراوح بين ١٦ إلى ٢٥ ملليمتر [$\frac{1}{4}$ إلى ١ بوصة] ويعتمد ذلك على أبعاد وكثافة النباتات.




شكل ١٩ ـ ٣ تركيبات المغازل على السير الجنزيري :
أ ـ منظر أفقي لوحدة الجني . ب ـ جزء تجويف المغزل وتوضح المغازل على اليسار وكذلك البكرات القائدة على اليمين . جـ ـ منظر خلفي لجزء التجميع مع استبعاد بعض الشرائح لتوضيح قضبان تحريك المغازل . د ـ مرطب المغازل . هـ ـ المغازل في منطقة الجمع . حـ ـ أعمدة الخلع للمغازل . خـ ـ ناقل .

(A Prior Production Model , Courtesy of Allis-Chalmers )

وفي الآليات الحديثة ذات الأسطوانات المرتفعة تحتوي الأسطوانة الأمامية على ١٥ الى ١٦ عمود مغزل، وتحتوي الأسطوانة الخلفية على ١٣ إلى ١٢ عمود، ويحمل كل عمود ٢٠ مغزلاً.. وهذا الوضع يعطي عدداً كلياً من المغازل يعادل ٥٦٠ مغزلاً لكل صف من القطن وكل مغزل يتطلب كرسي محور مغلف مركب بدقة عالية، ويدار من خلال نظام تروس متعامدة بواسطة عمود داخل عمود دوران المغزل. والأسطوانات المنفخضة لالتقاط القطن تحتوي على ١٤ مغزل لكل عمود، وهي تعتبر مناسبة للأقطان القصيرة أو المتوسطة النمو.

والاتجاه الصحيح لعمود المغازل بالنسبة إلى الصف (أو لأقراص السحب) يتم الحصول عليه بواسطة كامة ثابتة وتابعة لها على الأعمدة. وكل الحركة الخطية للمغازل ـ عندما تكون في حيز الجني ـ تحدث على زاوية قائمة مع الصف. وتدخل المغازل إلى نبات القطن من خلال قطاع شبكي (شكل ١٩ ـ ٢ ج) يعمل على منع نباتات القطن من أن تجذب الى أقراص السحب حينما تبدأ المغازل المحملة بشعيرات القطن في الأنسحاب من حيز الجني.

وفي قياسات قام بها كورلي(٤) تحركت آلة جني القطن ذات الأسطوانات مسافة ٢٤٠ ملليمتر [٩,٥ بوصة] على طول الصف أثناء عملية تحميل وأنسحاب المغازل الى الداخل. وهذا يعطي فترة زمنية للجني حوالي ٠,٢ ثانية عندما كانت الآلة تسير بسرعة ٤,٣ كيلومتر/ ساعة [٢,٧ ميل/ ساعة]. وعند مقارنة أربعة فترات زمنية للجني (٠,١٦، ٠,٢، ٠,٢٤، ٠,٢٨ ثانية) في تجارب أجريت في المعمل اتضح أنه لا تأثير لها على كفاءة الجني.

### ١٩ ـ ٦ تركيبات المغازل على السيور المجنزرة

عملية التقاط القطن بالمغازل المركبة على سيور مجنزرة ـ هي في الأساس مماثلة لعملية الجني بالمغازل المركبة على أسطوانات، ولكن

أساسيات السيور المجنزرة (شكل ١٩ ـ ٣) تسمح بأن يبقى المغزل في مجال الجني لوقت أطول. وفي آليات الجني الحديثة فإن السيور المجنزرة (١٩ ـ ٣) تحتوي على ٨٠ تجويفاً رأسياً وكل منها يحتوي على ١٦ مغزل (عدد كلي ١٢٨٠). والوحدات المرتفعة تحتوي على ٢٢ مغزل لكل عمود. وكل مغزل يدور بواسطة بكرة ملامسة لقضيب تدوير ثابت (شكل ١٩ ـ ٣ ج) ويحدث ذلك فقط عندما يكون المغزل على الجانب الذي يتم فيه الجني للوحدة.

وتوجد قضبان تعمل كدليل (شكل ١٩ ـ ٣ ج، أعلى) لتدعم الجنزير في وضع صحيح بين العجلتين المسننتين الرئيسيتين ولاعطاء الجنزير التقوس المطلوب لتحريك المغازل جانبياً الى داخل وخارج الصفوف. وكل تجويف للمغزل مثبت بمفاصل بين الجنزيرين العلوي والسفلي. وفي أثناء دوران المغزل فإن فعل دوران البكرات على القصيب يحفظ المغزل في الوضع العادي على زاوية قائمة مع تقوس قضبان السير. عندما يقترب المغزل من وحدة انتزاع القطن من المغازل (الوضع وفي شكل «١٩ ـ ٣ أ») فإن تلامسه مع جزء ثابت أو كتلة كبح يؤدي الى دوران التجاويفي الرأسية بطريقة تجعل المغازل تنحرف بزاوية معينة الى الخلف، الأمر الذي يهيئها لعملية انتزاع القطن منها.

والآليات التي تحتوي على تركيبة السيور المجنزرة والمغازل المستقيمة تقوم بالجني الطبيعي من جانب واحد من الصف كما هو موضح في شكل (١٩ ـ ٣). وعلى أي حال فإن هناك آلة تعمل على صفين وتحتوي على وحدتين للجني في ترادف لجني صف واحد من على جانبيه. وهذه الآلة يمكن استخدامها في الأقطان ذات المحصول الوفير.

### ١٩ ـ ٧ ترطيب المغازل

المغازل من النوعين سابقي الذكر يتم ترطيبها بالماء لسببين هما: (أ) المساعدة على الالتقاط وذلك لأن القطن يلتصق بصورة أفضل على سطح

الصلب المبلل و (ب) للحفاظ على المغزل نظيفاً. . . إذ أن المغازل تجمع مواد صمغية من النباتات تؤثر بدورها على الجني. وإضافة المحاليل المبللة (محلول منظف) يقلل من كمية المياه المطلوبة للبلل، وفي نفس الوقت يجعلها أكثر فاعلية.

ونظام ترطيب المغازل موجود مع كل وحدة جني ويوزع الماء بواسطة عداد بكميات متساوية عند كل مستوى للمغازل. وتصل المياه الى كل مغزل قبل دخوله حيز الجني مباشرة بواسطة وسادة من المطاط معدة خصيصاً لهذا الغرض (شكل ١٩ ـ ٢ ب) وجزء من شكل (١٩ ـ ٣ أ).

## ١٩ ٨ سحب القطن من المغازل

في أحد الآليات التي لها مغزل مدبب يتم سحب القطن الزهر بواسطة أقراص سحب دوارة (شكل ١٩ ـ ٢ د). والخلوص بين سطح المغزل والبروزات المصنوعة من المطاط المركبة على أقراص السحب يجب أن تكون بين ٠,٢٥ الى ٠,٧٥ ملليمتر [٠,١ و٠٣, بوصة]. ويدفع القطن من على المغزل عندما تتحرك بروزات أقراص السحب المطاطية فوق سطح المغزل في اتجاه قمته. ومع المغازل المستقيمة صغيرة القطر تتم عملية النزع بواسطة تحريك المغازل محورياً من خلال فتحتات شبكة ذات شرائح ملاصقة للمغزل (وفي شكل ١٩ ـ ٣ أ). والمغزل المدبب يستمر في الدوران اثناء عملية سحب القطن، بينما لا يدور المغزل المستقيم ذو القطر الصغير.

## ١٩ ـ ٩ النقل والتوصيل

يستخدم نظام التوصيل بالهواء (شكل ١٩ ـ ١) لتحريك القطن من منطقة السحب الى سلة التخزين في آلة الجني. ويتم نفخ القطن خلال مواسير التدفق ويمر على أصابع تنظيف في غطاء السلة. وبهذه الطريقة يتم أبعاد بعض بقايا النباتات من القطن الزهر. والآليات التي تحتوي على وحدتين للجمع يكون لها

نظامان للرفع (نافخـان)، وذلك للحصـول على نقل متجـانس وإيجابي لكـل وحدة. وبعض الآليات تستخدم مراوح منحـرفة. وذلـك لتفادي التـلامس بين ريش المروحة والقطن. وفي بعض الآليات الأخرى توضع مواسير للهواء فوق أماكن الجني مباشرة للوصول إلى نفس النتائج.

وتبلغ سعـة السلة لآلـة الجني لصفين عمـومـاً حـوالي ١,٢ الى ١,٦ ميجاجرام [٢٧٠٠ الى ٣٦٠٠ رطل]. ويستخدم مكبس ميكانيكي للوصول الى هذه السعة المرتفعة. ويتم تفريغ السلة بواسطة روافع هيدروليكية ترفع وتديـر السلة حول الحافة العليا لأحد جوانبها.

## آليات النزع الميكانيكية

آلة نزع القطن هي عبارة عن تطور لآلة القطن الزاحفة المصنوعة يدوياً والتي كانت منتشرة في منطقة السهول المرتفعة (High Plain) في ولاية تكساس عام ١٩٢٦[١٩]. ومنذ عام ١٩١٤ كانت زحافات حصاد القطن المجهزة بجزء لجمع القطن ومحاط بحاجز لحماية نبات القطن تستخدم في منطقة السهول المرتفعة. ولقد كان جني القطن في هذه المنطقة، قبل وجود آلة نزع القطن، يتم بانتزاع اللوزات يدوياً بدلاً من عملية تجميع القطن الزهر من اللوزات المفتوحة. وفي عام ١٩٤٦ كان هناك حوالي ٤٠٠٠٠ آلة نزع تستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية[٢٠].

وهنالك عدة عوامل ساعدت في تفضيل نزع القطن على الآت لقط القطن ، وهي (١) أنخفاض السعر الابتدائي، (٢) انخفاض التكلفة في الصيانة، (٣) أصناف القطن المحسنة تكون أكثر ملاءمة لآلة النزع، (٤) آلات نزع القطن المحسنة تستخدم دوارات مطاطية وتساعد على فصل اللوزات الخضراء واجراء التنظيف في المرحلة الأولى؛ (٥) المحالج المحسنة مزودة بالمعدات اللازمة للتخلص من بقايا النبات؛ (٦) الاتجاه العام لزراعة القطن على الصفوف الضيقة يمكن أن تعمل فيها آلات النزع بصورة أفضل؛ (٧) جودة إستخلاص القطن في العقل؛ و(٨) سرعة عالية في الحصاد.

**١٩ ـ ١٠ أساسياتها وتطورها**

يتم حصاد القطن بالنزع عن طريق دفع النباتات خلال مساحة صغيرة جداً لا تسمح بمرور اللوزات. وتجمع اللوزات المنزوعة من النبات بينما تبقى النباتات في الصف كما هي. ويتم نزع اللوزات بوضع النباتات تحت تأثير قوة تتحرك الى أعلى وإلى الأمام. وبما أن هذه القوة تقاوم بجذور النبات. . فعليه لا بد أن يكون النبات قوياً ومتماسكاً على سطح التربة ومثبتاً جيداً في الصف. وآليات النزع الحالية أما أن تكون من النوع ذي الفرشات أو من النوع ذي الأصابع.

وآلات نزع القطن ذات الفرشات والتي تستخدم أساساً في حالة الزراعة القياسية ذات الصف الواحد للنبات فإنها تعمل بواسطة زوجين من أسطوانات بطول حوالي ١٠٢٠ ملليمتر [٤٠ بوصة] وقطر ١٥٠ ملليمتر [٦ بوصة] وتثبت على زاوية حوالي ٣٠ درجة فوق الأفقي (شكل ١٩ ـ ٤) . ومثبت على سطحيهما فرش طولية متبادلة مع مضارب من المطاط . وتدور هذه الأسطوانات بسرعة ٦٠٠ لفة/ دقيقة مع تحرك أسطحهما المتقابلة إلى أعلى بجانب النباتات. لاحظ أن اتجاه الدوران هنا هو عكس اتجاه الدوران لأسطوانات نزع كيزان الذرة. وعندما تنزع اللوزات تدفع بعيداً عن النباتات بواسطة سطح الأسطوانات وتصل إلى الناقلات المجاورة. ومرونة سطح الأسطوانات تسمح ببعض درجات الضبط الأوتوماتيكي لتلائم النمو الخفيف والكثيف للنباتات . والمسافات بين الأسطوانات يمكن ضبطها يدوياً لمقابلة الظروف غير المتوقعة .

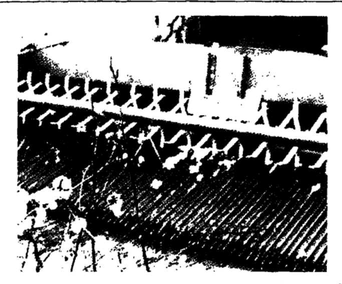
وآلة النزع ذات الأصابع (شكل ١٩ ـ ٥) قد طورت في أعوام ١٩٦٠[١٠]،[٢٣]. وقد توفرت في الأسواق منذ عام ١٩٧١ . وتمشط الأصابع النباتات إلى أعلى أثناء تحرك الآلة إلى الأمام. وكل نبات لا بد أن يدخل كله خلال المسافة الضيقة بين كل أصبعين متجاورين . ونازعات القطن التي لها أصابع بعرض مستمر يمكن استخدامها لأي مسافات بين صفوف النباتات أو

للنباتات المزروعة بطريقة عشوائية. وبالرغم من أنه قد تم تطويرها أصلاً لتستخدم في حقوب القطن المزروعة على مسافات ضيقة[١٥،٢٣]، إلاَّ أنها أيضاً تستخدم في حالة الصف الواحد على المسافات التقليدية في أراضي القطن الجافة ذات المحصول المنخفض .

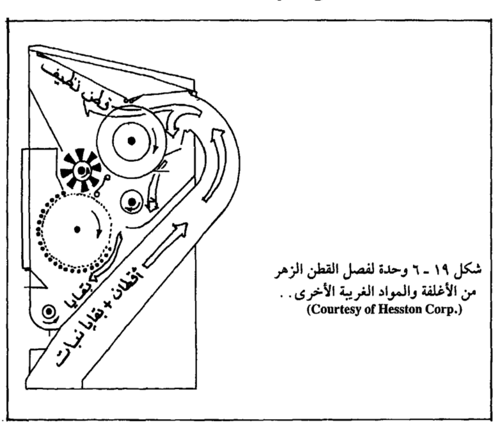
وآلة النزع ذات الأصابع تعتبر أقل تكلفة وأكثر بساطة من الآلة ذات الفرش ، وتتطلب كذلك عناية وصيانة أقل ، ولكنها تعمل بصورة جيدة تحت ظروف محدودة . وهي لا تعمل بصورة مرضية تحت الظروف الرطبة، وإذا لم يتم التخلص من الأوراق من على النباتات بصورة جيدة أو إذا كانت النباتات كبيرة وعليها فروع كثيرة ، وهذه الظروف ـ عادة ما ـ تحدث في الحقول المروية والمزروعة على مسافات قصيرة .



**شكل ١٩ ـ ٤ آلة نزع القطن ذات الفرش. وتحتوي الأسطوانات على فرش طولية موضوعة بالتبادل مع مضارب من المطاط. ويتم تفريغ لوزات القطن من الأسطوانات وتحريكها باستخدام ناقلات حلزونية . (Courtesy of Hesston Corp .)**



شكل ١٩ ـ ٥ آلة ذات الأصابع بعرض كبير. والمسـافة بين الأصـابع حـوالي ١٦ ملليمتر ($\frac{٥}{٨}$ بوصة). اللفيفة فوق النهاية الخلفية للأصابع تدفع اللوزات المفصولة إلى بريمة ناقلة مستعرضة. وتوجد أسطوانة ذات قطر صغير بأسنان منشار على حافتها، وتقع تحت النهاية الخلفية للأصابع لتعطي قوة شد إلى أسفل على السيقان.




شكل ١٩ ـ ٦ وحدة لفصل القطن الزهر من الأغلفة والمواد الغريبة الأخرى. .
(Courtesy of Hesston Corp.)

في عام ١٩٧٤ تم تعديل آلة النزع التقليدية ذات الفرشات طبقاً لنتائج بعض التجارب التي أجريت في كاليفورنيا (في محطة كاليفورنيا للتجارب الزراعية) وذلك لاستخدامها على صفين بمسافات بينهما تتراوح بين ٣٠ إلى ٤١ سنتيمتر [١٢ إلى ١٦ بوصة] مزروعة على مصاطب تتراوح المسافة بين مراكزها من ٩٧ إلى ١٠٢ سنتيمتر [٣٨ إلى ٤٠ بوصة]. وقد كان أداء هذه الآلة جيداً على مدى واسع من ظروف النباتات، وكان الفاقد في الحقل أقل بكثير من آلة النزع ذات الأصابع. ولكن آلة النزع من النوع ذي الفرشات يمكن استخدامها على مسافات خطوط تعادل تقريباً المسافة بين مركزي كل أسطوانتين متجاورتين.

وآلة النزع ذات الفرشات والتي تستخدم في حقول تقليدية مزروعة في صفوف مفردة هي في العادة ذات وحدات يمكن أن تعمل على صفين، وقد تكون ذاتية الحركة أو مقطورة على الجرار. وجميع أنواع آلات النزع الحديثة ذات الأصابع وذات العرض المستمر تكون ذاتية الحركة ويكون رأس النزع فيها بعرض ٣,٩١ متر [١٥٤ بوصة]. وأحد الأنواع له عرض ١,٩٣ متر [٧٦ بوصة] وهو يستخدم للعمل في الحقول ذات المحصول الكبير المرتفع. ونازعات القطن من كلا النوعين غالباً ما يكون لها ترتيب لفصل القطن الناضج من اللوزات الثقيلة الخضراء غير المتفتحة وذلك بتيار من الهواء يتحرك لأعلى[١٤]. حيث ينقل القطن الناضج بتيار الهواء إلى سلة التخزين المركبة على الحاصدة. أما اللوزات الخضراء فإنها تسقط إلى أسفل في صندوق حيث يتم تفريغها منه في نهاية الصف المحصود لاحتمال الاستفادة منها في وقت لاحق. وبعض آليات النزع تجهز بوحدات حلج لتفصل ـ على الأقل ـ جزء من بقايا اللوز والمواد الغريبة التي تلصق بالقطن الزاهر (شكل ١٩ ـ ٦) .

## العوامل التي تؤثر على الحصاد الميكانيكي

### ١٩ ـ ١١ خواص الأصناف

يعمل مربيو النبات في معظم الولايات المنتجة للقطن على التطوير المستمر للأصناف الجديدة والتي تكون مناسبة أكثر للحصاد الآلي. وقد كان التركيز على نوعين مختلفين أحدهما مناسب لآليات اللقط والآخر مناسب لآليات النزع، ويعتمد ذلك على المساحة المخدومة.

سميث وجون[١٩] وصفا الصنف المثالي للقطن الذي يناسب آليات النزع على أنه يتميز بنباتات شبه قصيرة ولها فترة إثمار قصيرة نسبياً، وكذلك فروع قصيرة، كما أنها مقاومة للرياح(*)، وتكون اللوزات مفردة، ولكن يكون بها القطن منتفشاً، مما يساعد على النزع الجيد ولها أفرع متوسطة الطول والتي يمكن نزعها من الأفرع الأكبر منها بقوة تتراوح بين ١٣ إلى ٢٢ نيوتن [٣ إلى ٥ رطل قوة]. وآليات النزع عندما تعمل على صنف يعطي نباتاً منتشراً وله عدد كبير من الفروع والثمار، فإن ذلك يؤدي إلى أداء نزع متدني وفواقد حقلية كبيرة.

والأصناف التي تزرع على صفوف ضيقة لا بدَّ أن تكون بالمواصفات

(*) «مقاومة الرياح» في القطن (حماية ضد العواصف) ترجع إلى خاصيته التي تكون فيها اللوزات مقاومة للنزع من على الفروع، وكذلك القطن من على اللوزات بفعل الرياح عندما تتعرض للأمطار والرياح.

العامة التي ذكرت سابقاً، وذلك لتناسب آليات النزع التقليدية بأنواعها المختلفة. ونتيجة لارتفاع كثافة النباتات في الحقل ، فإنه يكفي عدد أقل من اللوزات على كل نبات لإنتاج نسبة معينة من المحصول . ولا بدَّ أن تكون النباتات محددة النمو وذات خصائص إثمار محددة وأن تكون لها فترة أزهار قصيرة ومبكرة ونضج متجانس .

وقد أوضحت الاختبارات أنه ليس هناك علاقة بين أداء مغازل آلة اللقط وحجم اللوزة[٨٠،٤]. ولوزات القطن ذات المقاومة العالية للعواصف، فهي بالرغم من أنها مناسبة جداً لآليات النزع، إلاَّ أنها قد تكون صعبة الحصاد ميكانيكياً بآلة اللقط، وعلى سبيل المثال فقد أوضحت الاختبارات التي أجريت في أركنساس[٢٢] على آلة اللقط ذات المغازل أن كفاءة الجني تعادل ٨٨٪ على صنف من القطن يناسب آلة النزع بينما كانت الكفاءة تعادل ٩٤٪ في جني صنف قطن طور ليناسب آلة اللقط. وقد كانت كفاءة آلة النزع في كلا الصنفين من القطن ٩٦٪ و ٩٥٪ على الترتيب .

حجم النبات، ونوع النمو، وطبيعة اللوزات لها جميعاً تأثير على كفاءة الحصاد الميكانيكي أكثر من تأثير كمية المحصول. وعندما تكون مواصفات النبات مناسبة فإن الآلة سوف تعمل بنفس الكفاءة سواء كانت كمية المحصول مرتفعة أو منخفضة[١٩] .

وقد أوضح كورلي[٥] أنه يتطلب حوالي ١٠٠,٠٠٠ لوزة قطن للحصول على بالة قطن شعرة وزنها ٢٢٥ كجم [٥٠٠ رطل]. وحيث أنه يوجد ما بين ٤ إلى ٥ تكتلات قطنية في كل لوزة، فإن هناك ٤٠٠ ٠٠٠ فرصة لحدوث فاقد في الحصاد لكل بالة. وعليه فإن للمواصفات الطبيعية للوزات تأثير على مدى فاعلية مغازل اللقط. وفي اختبارات أجريت في ولاية ألباما[٤] كانت كفاءة آلية لقط القطن ٩٥ ٪ وذلك في لوزات منتفشة بالمقارنة مع ٩٠ ٪

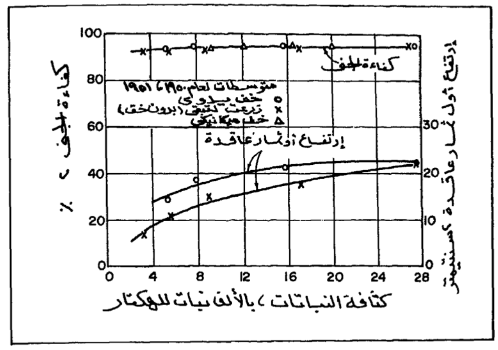
في حالة وجود لوزات متأثرة بالجو (تعرضت إلى ١٠٢ ملليمتر من المطر [٤ بوصة]) و ٦٥ ٪ في لوزات معقودة (تحتوي على تكتلات قطنية صلبة).

**١٩ ـ ١٢ كثافة النباتات في الحقل ومسافاتها(*):**

المسافة على طول الصف الواحد للزراعة العادية ليس لها تأثير على خواص أداء أي من آلة اللقط أو النزع. وتجانس المسافات إلى حدٍ ما في الصف الواحد يكون مطلوباً لآلة النزع وذلك لأن عدم وجود نبات في إحدى الأماكن يعطي النباتات المجاورة فرصة لنمو فروع أكثر. وفي اختبارات للمقارنة ـ في محطة شافتر ـ بولاية كاليفورنيا باستخدام آلة الجني في حقل مزروع بطريقة الجور، وآخر مزروع بالتسطير المفرد في الصف، ويحتوي كل منهما على نفس العدد من النباتات (١٢٠٠٠٠ نبات للهكتار في إختبارات عام ١٩٤٩، و٨٨٠٠٠ نبات للهكتار في اختبارات عام ١٩٥٠) أوضحت أنه لا توجد اختلافات في كفاءة التقاط القطن أو كمية بقايا النباتات المجمعة[٢١].

وأوضحت الاختبارات الأخرى التي أجريت في محطة شافتر على نباتات مزروعة بالتسطير تتراوح كثافتها بين ٢٠٠٠٠ إلى ١٦٨٠٠٠ نبات في الهكتار أن هناك اختلافاً بسيطاً في كفاءات اللقط عندما يزيد عدد النباتات عن ٤٩٠٠٠ نبات في الهكتار، وتنخفض الكفاءة قليلاً عندما تقل كثافة النباتات عن ذلك (شكل ١٩ ـ ٧). وفي اختبارات[٦] على الأقطان المروية أجريت في ولاية ألباما في عامي ١٩٦٠ و ١٩٦١ كانت كفاءات اللقط في المتوسط ٩٠,٤٪ عند تعداد ٢٠٠٠٠ نبات في الهكتار، وزادت من ٩٣٪ إلى ٩٥,١٪ بين ٤٩٠٠٠ و ١٩٨٠٠٠ نبات في الهكتار. وفي حالة تعداد يتراوح من ٣٦٠٠٠ إلى ١٤١٠٠٠ نبات للهكتار في حقول الأقطان غير المروية كان هناك تأثير بسيط على كفاءات اللقط أو النزع[٦].

(*) نبات لكل أيكر = ٠,٤٠٥ × (نبات لكل هكتار).




شكل ١٩ ـ ٧ تأثير تعداد النباتات على ارتفاع عقد الثمار الأولى وعلى كفاءة الجني
(Data from Tavernelti and Miller[20])

وفي حالة ممارسات الإنتاج التقليدي حيث تكون المسافة بين الصفوف المفردة ١٠٢ سنتيمتراً (٤٠ بوصة) فإن تعداد النباتات يتراوح بين ٣٧٠٠٠ و ١٤٨٠٠٠ نبات للهكتار(١٧). ويمكن للقطن أن يتحمل مدىً واسعاً في كثافة النباتات بدون تأثير كبير على المحصول(٦، ١٣، ٢٢).

وتقليل المسافة على الصف الواحد (كثافة أعلى للنباتات) فإنه يؤدي إلى التأثير المطلوب لزيادة ارتفاع أفرع الإثمار السفلى على النبات. وهذه العلاقة موضحة في شكل (١٩ ـ ٧): . وقد تم الحصول على نتائج مشابهة في اختبارات أجريت في ألباما(٦) وفي تكساس(٢، ١٣). وزيادة ارتفاع منطقة الثمار يجعل ضبط ارتفاع وحدة اللقط أو النزع أقل حرجاً، كما أنه قد يحسن من مستوى كفاءة الأداء للحصاد في حالة الظروف غير المواتية. ونتائج تكساس(١٣) أوضحت أنه عندما كانت الزراعة على مسافات محددة في الصف الواحد لم

تكن هناك فروق ثابتة بين متوسط ارتفاع أوطى الفروع التي تحمل ثماراً، وذلك في صفوف مفردة على مسافات ١٣، ٢٥، ٥١، ٧٦، و١٠٢ سنتيمتر [٥، ١٠، ٢٠، ٣٠ و ٤٠ بوصة].

## ١٩ ـ ١٣ مقاومة الحشائش وطرق الزراعة

إن الحشائش لا يقتصر فعلها المؤثر على منافسة نباتات القطن في الماء والغذاء فقط ولكنها تؤثر ـ أيضاً ـ على خفض جودة الأقطان المحصودة. والحشائش النجيلية تعتبر من الصعب جداً التخلص منها في عملية الحلج. ويتم تطبيق طرق عديدة منها العزيق المتأخر ومقاومة الحشائش بالطرق الكيماوية وكذلك باللهب (كما في الباب الحادي عشر) كل ذلك كمحاولات لتخفيض عدد الحشائش إلى أقل حد ممكن.

ومقاومة الحشائش بطريقة جيدة وفعالة يعتبر أمر مهم بصفة خاصة وصعب التحقيق في حالة صفوف النباتات القريبة من بعضها. وتطوير مبيدات الحشائش التي تستخدم قبل الإنبات قد زاد من فاعلية مقاومة الحشائش في حالة الزراعة على مسافات ضيقة بين الصفوف أو مسافات عادية.

وشكل قطاع الصف الواحد عند نهاية العزيق مهم جداً بالنسبة للحصاد الآلي. فالقطاعات النهائية لا بدَّ أن تكون متجانسة في الارتفاع والعرض والشكل، كذلك لا بد أن تكون ناعمة وخالية من تكتلات التربة، ولا بدَّ أن تكون التربة صلبة تحت جذع نبات القطن.

## ١٩ ـ ١٤ إسقاط الأوراق

عندما تمارس عملية إسقاط الأوراق فيما يتعلق بعمليات اللقط الميكانيكي أو النزع فإنها تخدم ثلاثة أغراض هامة هي: التخلص من أكبر كمية من الأوراق التي تؤثر على عمليات الحصاد بالآلة، ومنع الأوراق الخضراء من أحداث تبقع في ألياف القطن، وتفادي مصدر للبقايا الجافة من النباتات التي

يصعب التخلص منها في عملية الحلج. والمواد الكيماوية المستخدمة في إسقاط الأوراق تحدث خدشاً بسيطاً ينتج عنه تجفيف تدريجي للأوراق وبالتالي تسقط بطريقة طبيعية. والمجففات الكيماوية أو الصقيع الشديد قد تقتل النبات كله وبالتالي قد لا يحدث التساقط الطبيعي للأوراق وتبقى متصلة بالنبات.

والمواد الكيماوية التي تعمل على تساقط الأوراق (أو المواد المجففة) عادة ما تستخدم عن طريق الرش بأي من المعدات الأرضية أو بالطائرات (الباب الثالث عشر)... وفي حالة المناطق التي يكون فيها النمو الخضري كثيفاً، وتكون الحاجة أكثر إلحاحاً إلى تساقط الأوراق بصورة كبيرة فإنه قد يصعب حدوث تغلغل كافٍ للمادة الكيماوية بالقدر الذي يؤدي إلى تغطية مناسبة للأوراق للحصول على تأثير جيد. وعادة ما يتم الرش مرتين للحصول على تأثير جيد في حالة النمو النباتي الكثيف.

وقد تمت دراسة استخدام الحرارة لإسقاط أوراق القطن، وذلك في عام ١٩٦٢ في محطة أوكلاهوما للتجارب الزراعية نظراً لعدم ثبات النتائج التي أجريت على الطريقة الكيماوية[1]. وقد تم تطوير آليات تعمل على صفين ويستخدم فيها غاز البروبين (LP) مع شعلات لتسخين الهواء الذي يخلط بغاز العادم باستخدام منفاخ، ويعاد مروره من خلال النبات في مساحة مغطاة. ووجود تيارات هواء ذات سرعة عالية عبر مقدمة ومؤخرة الغطاء ينتج عنها ساتر هوائي وعازل حراري حول النبات. والنتائج التي تمَّ التحصل عليها في دراسة لمدة ٣ سنوات (من ١٩٦٦ إلى ١٩٦٨) أوضحت أن ٧٠٪ من تساقط الأوراق يحدث عندما يكون زمن تعرض النبات ٤ إلى ٦ ثانية (متحكم فيها عن طريق السرعة الأمامية) ودرجة حرارة للهواء تعادل ٣٧٠ إلى ٢٦٠°م [٧٠٠ إلى ٥٠٠° ف]. وقد تمَّ الحصول على معدل سقوط أوراق تزيد عن ٩٠٪ تحت ظروف معينة. والزيادة في درجة الحرارة أو مدة التعرض لها ينتج عنه تجفيف للأوراق، ولكن جزء كبير منها يبقى على النبات.

وتكـاليف استخدام غـاز البروبين (LP) في هـذا الاختبار كـانت حوالي ٣,٥ دولار للهكتار بالمقارنة مـع ٤,٩ دولار إلى ٧,٤ لكل هكتـار في حالـة استخدام الطريقة الكيماوية، ولكن آلة الإسقاط الحراري لأوراق القـطن تعتبر بـاهظة الثمن حيث أنهـا معدة متخصصـة. والإستخدام المنـاسب !للمـعـاملة الحرارية لإسقاط الأوراق بطريقة صحيحة ليس لهـا تأثيـر على خواص أليـاف القطن[١].

## تأثيرات وتكلفة الحصاد الآلي

### ١٩ ـ ١٥ ناتج الحليج :

عندما يصل القطن الزهر إلى المحلج فإنه يحتوي على أتربة وقشور، ورطوبة وقطع أوراق، وبعض الأفرع ومخلفات نباتات أخرى كالحشائش والنجيليات. وفي حالة القطن المنزوع فإنه يحتوي ـ أيضاً ـ على بقايا اللوزات. ولا بدَّ أن يتم في عملية الحلج التخلص من هذه الأشياء الغريبة، بالإضافة إلى فصل الشعر من القطن الزهر. وبالتالي فإن عملية الحلج تلعب دوراً هاماً في الصورة العامة للأداء الميكانيكي.

وناتج الحليج (أو مقدار الشعر المتحصل عليه) هو عبارة عن نسبة كتلة الشعر المتحصل عليه إلى كتلة القطن الزهر الداخلة إلى المحلج، وعلى سبيل المثال، فإذا كان المتحصل من الحلج يعادل ٣٦٪، فهذا يعني أنه مطلوب حوالي ٦٣٥ كيلوجرام من القطن الزهر [١٤٠٠ رطل] التي تأتي من الحقل لتعطي كمية تعادل ٢٢٥ كيلوجرام [٥٠٠ رطل] من الشعر. ووجود كميات زائدة من بقايا النباتات والأجسام الغريبة الأخرى يقلل من ناتج الحليج، وهذا مما يزيد تكاليف الحلج ويخفض درجة المنتج النهائي.

وقد دون واطسون[٢٤]، في عام ١٩٥١، متوسط العائد المتحصل عليه من الحلج على النحو التالي :

| | |
|---|---|
| قطن محصود باليد | ٣٧٪ |
| قطن محصود بآلة اللقط | ٣٦٪ |
| قطن محصود بآلة النزع | ٢٣٪ |

والنتائج المتحصل عليها من مناطق أخرى[٦،٩،١٣،١٨] كانت متقاربة إلى حدٍ ملحوظ مع الأرقام المذكورة أعلاه.

وإضافة وحدة للفصل الأولى إلى آلة نزع القطن (شكل ١٩ ـ ٦) لإنجاز المرحلة الأولى للتنظيف في الحقل ينتج عنه زيادة في عائد الحليج.

**١٩ ـ ١٦ درجات الأقطان**

القطن المحصود آلياً يحصل، في المتوسط، على درجة أدنى من القطن المحصود يدوياً. وبالرغم من أن التحسن في طريقة عمل الآليات وطريقة الزراعة والكيماويات المستخدمة في تساقط الأوراق وتحسين أحوال المحالج قد قلل الفرق بين الطريقتين، إلاَّ أنه لا زال هناك انخفاض في الدرجة تمثل فقد مقداره من ٥ إلى ١٠٪ من قيمة المحصول بالمقارنة بعملية الحصاد اليدوي[٣،١٨] .

والطرق الأساسية التي يقلل فيها الحصاد الآلي درجة الشعر إلى درجة أقل من المستوى الذي يمكن الحصول عليه من الحصاد باليد هي :

١ ـ تغيير في لون الشعر ناتج من الأوراق الخضراء والزيوت والشحوم المستخدمة في الآلة.

٢ ـ وجود كميات زائدة من الحشائش والنجيليات وبقايا نباتات القطن.

٣ ـ الزيادة الكبيرة في نسبة الرطوبة (من ترطيب المغازل) في الشعر والقشور تجعل التخلص من الشوائب في عملية الحلج أكثر صعوبة، وينتج عنها لون رمادي وتعفن فطري لو تأخرت عملية الحلج .

٤ ـ التفاف وتشابك الشعر بواسطة المغازل يزيد من صعوبة عملية الحلج.

ودرجة القطن المنزوع ربما تنخفض بزيادة المخلفات النباتية، وكذلك بسبب الخلط بين القطن الناضج وغير الناضج، وأيضاً بالعوامل الجوية التي تؤثر على اللوزات المنخفضة أثناء وقت انتظار اللوزات العليا للتفتح[١٠] .

## ١٩ - ١٧ الفواقد في الحقل

ربما تكون الفواقد في الحقل في صورة أقطان ساقطة قبل الحصاد (فواقد ما قبل الحصاد)، أو أقطان تركت على النبات بدون حصاد أو الأقطان الساقطة بفعل الحاصدات. وفواقد قبل الحصاد تختلف اختلافاً واسعاً بين الأصناف وفي المناطق المختلفة. وفي الزراعات على الصفوف المنفردة للأصناف التي تعطي لوزات متفتحة فإن فواقد ما قبل الحصاد ربما تكون أكبر في حالة استخدام آلات النزع عنها في آليات اللقط نظراً لأنه في حالة الحصاد بآلات النزع يجب الانتظار لمدة أطول للوصول إلى نسبة نضج عالية من اللوزات[٢٢] .

وأكبر عامل يؤثر على الفواقد التي تحدث بالآلة هو مدى كفاءة العامل القائم بالتشغيل. والعوامل الأخرى (والتي نوقش معظمها) تشمل الحشائش النامية في الصف، الأصناف غير المناسبة لطريقة الحصاد المستخدمة، عدم انتظام قطاع التربة، عدم توفر مساحات كافية لدوران الآلة في نهاية الحقل، عدم جودة عملية تساقط الأوراق، عدم مناسبة سرعة المغزل في آلة اللقط، الظروف المناخية، كثافة النباتات والظروف الميكانيكية للآلة.

والخبرة العامة مع آليات اللقط ذات المغازل أوضحت أنه مع الاهتمام البالغ بالعوامل المختلفة للإنتاج والعوامل المؤثرة على تشغيل الآلة، فإن الفواقد التي تتسبب فيها الآلة عادة ما تتراوح بين ٥ إلى ١٠٪ من المحصول[٦،١٦،٢١] . وتحت ظروف غير مواتية ربما تصل الفواقد في آلة اللقط إلى حد ١٥ إلى ٢٠٪ والفواقد عند تشغيل آليات النزع على الصنف المناسب

عادة ما يتراوح بين ٢ إلى ٥٪[٦، ١٥، ١٦، ١٩]. وتحت ظروف مقارنة في أصناف من النوع المتفتح اللوزات أو المقاوم للرياح. فإن آلة النزع ذات الفرشاة تعطي فواقد أقل من آليات اللقط[٦، ٢٢] .

### ١٩ ـ ١٨ تكلفة الحصاد بالآليات

تتميز تكلفة الحصاد الآلي للقطن بقيمة ثابتة مرتفعة، وذلك يرجع إلى السعر المرتفع لثمن الآلة الجديدة، وإلى مصاريف الصيانة المرتفعة. وحيث إن آليات النزع تعتبر أبسط وثمنها الابتدائي أقل بكثير عن آليات اللقط، فإن تكلفة حصاد الهكتار يكون أقل بكثير في حالة استخدام آليات النزع.

وكمية القطن التي يتم حصادها في الموسم هي من العوامل الهامة لتحديد تكلفة الحصاد للبالة الواحدة، وبالأخص في حالة استخدام آلات اللقط. وآلات نزع القطن، نظراً لانخفاض تكلفتها الثابتة، فإنها تكون مناسبة اقتصادياً للمساحات الصغيرة أكثر من آلات اللقط .

وعند مقارنة آليات اللقط مع آليات النزع، فيجب أن يؤخذ في الاعتبار الفواقد في الحقل (قبل الحصاد وبالآلة)، النقص في درجة القطن، زيادة في تكلفة الحليج في حالة القطن المحصود بآلة النزع مقارناً مع القطن المحصود بآلة اللقط ويجب أن تضاف للتكاليف الكلية للحصاد. وعند المقارنة بين نظامين للإنتاج، كما في حالة الأقطان المزروعة على صفوف ضيقة مع الأقطان المزروعة على مسافات عادية، لا بدَّ أن يؤخذ في الاعتبار أيضاً الفروقات في المحصول وفي تكاليف العمليات الزراعية المختلفة .

## تداول وتخزين القطن الزهر

في النظام العادي لتداول القطن الزهر فإنه يتم تفريغها من سلة آلة اللقط أو النزع إلى مقطورة تقف بجانب منطقة الدوران في نهاية الصف. وتسحب المقطورات الحقلية إلى المحلج ويبقى القطن فيها حتى تتم عمليات الحلج. وهذا النظام يقود إلى استحداث جدول ارتباط غير مرغوب فيه بين عمليات الحصاد وعمليات الحلج. ويلجأ المزارع في بعض الأحيان إلى وقف الحصاد لأن معظم المقطورات تكون ممتلئة تنتظر عملية الحلج. ومحالج القطن ربما تعمل في نوبات (ورديات) قصيرة أو قد تغلق مؤقتاً نظراً لعدم وجود أقطان كافية أو بسبب ظروف جوية غير مناسبة للحصاد.

ولذلك فإن تخزين كميات من المحصول بين الحصاد والحلج يؤدي إلى تفادي هذه المشاكل. ويمكن للمزارع إتمام الحصاد في ميعاد مبكر وباحتمال أقل لخفض الدرجة أو نقص في المحصول نتيجة لظروف جوية غير ملائمة. والمحالج يمكن أن تعمل وفق برنامج زمني منتظم ولمدة أطول، وبالتالي تنخفض تكاليف الحلج لكل بالة. وقد استخدمت نظم مختلفة لتخزين القطن الزهر وفي حدود معينة بواسطة بعض المزارعين والمحالج في الستينات. وبعد تطوير طرق جديدة ومعدات جديدة في أوائل السبعينات فقد حدثت زيادة كبيرة في كميات القطن الزهر المخزنة كل سنة. والطريقتان الأكثر استخداماً في التخزين يعرفان باسم نظام التكويم ونظام القوالب.

**١٩ ـ ١٩ نظام التكويم (٧)**

في هـذا النظام من التخـزين؛ يفرغ القـطن من الحاصـدة إلى مكومـة إنزلاقية، تتحرك على طول نهايات الصفوف عند نقاط الدوران. وتقوم المكومة بعمل أكوام مستمرة بالطول المطلوب عادة من ٢٤ إلى ٣٦ متر [٨٠ إلى ١٢٠ قدم] ويكبس القطن نوعاً ما فيها بواسطة وسيلة ميكانيكية أو باليد وهـو ما زال بالمكومة. والقطن المكبوس في المكومة يتراوح عـرضه عمـوماً من ٢,١ إلى ٢,٣ متـر [٧ إلى ٧ ½ قدم] وارتفـاعـه من ١,٥ إلى ١,٨ متـر [٥ إلى ٦,٥ قدم]. وتغطي الأكوام بالبـلاستيك للحمـاية من الأمـطار والريـاح وتبقى أكوام القطن في الحقل حتى نقلها للحليج، وبعد ذلك يتم تحميلها على مقطورات قطن عادية، ويستخدم في ذلك آليات تحميل شوكيـة تصل سعتهـا حتى ٦٨٠ كيلوجرام [١٥٠٠ رطل] من القطن الزهر في المرة الواحدة.

**١٩ ـ ٢٠ نظام القوالب (١٢)**

في هذا النظام، يفرغ القطن الزهر من سلة المحصدة إلى قالب له أربع جوانب وله باب خلفي قابل للفتح. وهـذه الوحـدة تعرف بقـالب البناء، وقـد طورت بواسطة قسم الهندسة الزراعية في جامعة تكساس A and M في عـام ١٩٧١. ولها مكبس ميكانيكي يتحرك جانبياً يقوم بكبس قـطن الزهـر في كتلة منتظمة لها كثافة عالية ويصل عرضها إلى ٢,١ إلى ٢,٣ متر [٧ إلى ٧ ½ قدم] وطولها إلى ٧,٣ أو ٩,٧٥ متر [٢٤ أو ٣٢ قدم] وعادة ما تكون بارتفاع يتراوح من ١,٨ إلى ٢,١ متـر [٦ إلى ٧ قدم]. والـطول والعرض يعتمـد على أبعاد القـالب، وكل كتلة يتم كبسهـا تقف متماسكـة بعد أن يتم رفـع القـالب على عجلاته وسحبه إلى الأمام (بعد فتح الباب الخلفي).

ويبنى القالب على كتل خشبية أو أعمـدة من الحديـد توضـع مباشـرة على الأرض وتسحب بعد ذلك القوالب بواسطة ونش هيدروليكي لتحمل على مقطورات لهـا أرضية منحـدرة ومصممة خصيصـاً لـذلـك الغـرض. والقـالب المبني عـلى

الأرض مباشرة يمكن أن يرفع وينقل بنوع من الشاحنات لها أرضية قابلة للانحدار ومزودة بأسطوانات دوارة مركبة على سلاسل بطول الشاحنة لحمل وتدعيم القالب (مشابه لمحركات بالات القش الموضحة في الجزء ١٥ ـ ٢). والسرعة الأمامية للسلاسل بالنسبة لسرعة الشاحنة، يتم تزامنها عند تحميل كتلة القطن، مع السرعة الخلفية للشاحنة بالقدر الذي يجعل السلاسل والخطافات المثبتة عليها فوق سطح الأرضية تبدو في وضع ثابت وغير متحرك بالنسبة للأرض خلال فترة تقدم الأرضية المنحدرة للشاحنة تحت قالب القطن. وعند التفريغ تتحرك السلاسل للخلف أثناء تحرك الشاحنة للأمام .

وقوالب القطن يمكن أن تنقل رأساً إلى محطة تغذية المحلج ليتم حلجها الفوري، أو ربما يتم تخزينها في حوش المحلج لحين الحاجة لحلجها. والقوالب المدعومة بكتل (خشبية أو حديدية) أو غير المدعومة تظل متماسكة خلال عدة دورات من التحميل والتفريغ.

والقوالب التي تخزن في الحقل، أو في مكان آخر تغطى بالبلاستيك أو تنقل مباشرة عند اكتمالها. والقوالب الغير مغطاة في المخازن تغطى مؤقتاً عند نقلها.

# مـــراجع

1 - BATCHELDER, D. G., J.G. PORTERFIELD, W. E. TAYLOR, and G.F. MOORE Thermal defoliator developments. Trans. ASAE, 13(3):782 - 784, 1970.
2 - BRASHEARS, D. I.W. KIRK, and E.B. HUDSPETH, Jr Effects of row spacing and plant population on double - row cotton. Texas Agr. Expt. Sta. MP - 872, 1968.
3 - CAPSTICK, D. F., and G.R. TUPPER, Value of field and grade losses for mechanically picked cotton. Arkansas Farm Res., 12(2):9, Mar. - Apr., 1963.
4 - CORLEY, T.E. Basic factors affecting performance of mechanical cotton pickers. Trans. ASAE, 9(3):326 - 332, 1966.
5 - CORLEY, T.E. Correlation of mechanical harvesting with cotton plant characteristics. Trans. ASAE, 13(6):768 - 773, 778, 1970.
6 - CORLEY, T.E. and C.M. STOKES. Mechanical cotton harvester performance as influenced by plant spacing and varietal characteristics . Trans ASAE, 7(3):281 - 290, 1964.
7 - CURLEY, R. G., et al. Seed cotton storage - an aid to both growers and ginners. California Agriculture, 27(7):7 - 9, July, 1973.
8 - HARRISON, G. J. Breeding and adapting cotton to mechanization, Agr. Ang., 32:486 - 488, Sept., 1951.
9 - HOLEKAMP, E. R., and W. I. THOMAS. Picking Arizona cotton. Progressive Agriculture in Arizona, 11(2):3, 12, July - Aug. - Sept., 1950.
10 - HUDSPETH, E.B., Jr. personal correspondence dated June.28, 1971.
11 - JOHNSON, E. A. The evolution of the mechanical cotton harvester. Agr. Eng. 19:383 - 388, Sept., 1938.
12 - KEPNER, R. A., R. G. CURLEY, M. HOOVER, and L.K. STROMBERG. The module system for storing and handling seed cotton. California Agriculture, 28(5):6 - 9, May, 1974.
13 - KIRK, I. W., A. D. BRASHEARS, and E.RB. HUDSPETH. Jr. Influence of row width and plant spacing on cotton production characteristics on the High plains. Texas Agr. Expt. Sta. MP - 937, 1069.
14 - KIRK, I.W., and E.B.HUDSPETH, Jr. Development and testing of an im-

proved green boil separator for cotton stripper harvesters. Trans. ASAE, 7(4):414 - 417, 1964.

15 - KIRK, I.W., E.B. HUDSPETH, Jr. and D.F. WANJURA, A. broadcast and narrow row cotton harvester. Texas Agr. Expt. Sta. PR. - 2311, 1964.

16 - MATTHEWS, E. J., and G.R. TUPPER, Coordinated development for new cotton production systems. Trans. ASAE, 8(4):568 - 571, 1965.

17 - RAY, L.L., and E.B. HUDSPETH. Jr. Narrow row cotton production. Texas Agr. Expt. Sta. Current Res. Rept. 66 - 5,. Sept., 1966.

18 - SMITH, H. P. Harvesting cotton. Cotton Production. Marketing, and Utilization, Chap. 7. Edited and published by W.B. Andrews. State College . Miss,. 1950.

19 - SMITH, H.P. , and D. L. JONES. Mechanised production of cotton in Texas. Texas Agr. Expt. Sta. Bull 704, 1948.

20 - STRICKLER, P.E. Power and equipment on farms in 1964, 48 states . USDA Econ. Res. Serv. Bull. 557, 1970.

21 - TAVERNETTI, J.R. and H.F. MILLER, Jr. Studies on mechanization of cotton farming in California. California Agr. Expt. Sta. Bull. 747 - 1954.

22 - TUPPER, G. R. Stipper harvesting vs. spindle picking of open - boll and experimental stripper varieties of cotton. Trans. ASAE, 9(1):110 - 113, 1966.

23 - TUPPER, G. R. New concept of stripper harvesting of cotton in Arkansas. Trans. ASAE , 9(3):306 - 308, 1966.

24 - WATSON, L. J. The effect of mechanical harvesting on quality. Proc. Fifth Annual Cotton Mechanization Conf. (1951), PP. 25 - 26.

25 - Western Cotton Production Conference, 1971, Proc. Includes nine papers on narrow - row cotton production.

26 - Western Cotton Production Cpnference, 1972, Proc. Includes seven papers on narrow. - row cotton production.

## مسائـــل

١٩ ـ ١ : كم لفة يدورها مغزل لآلة لقط قطن عندما يكون في حيز الجني

أ ـ بالنسبة لوضع من نوع الاسطوانات والتي يدور فيها كل مغزل بسرعة دوران ٢٧٠٠ لفة/دقيقة عند ٤,٤ كيلومتر/ ساعة ويبقى في حيز الجني أثناء المدة التي تقطع فيها الآلة مسافة ١٥٠ ملليمتر من التحرك إلى الأمام؟

ب ـ لنوع السير ذو الجنزير والتي يدور فيها كل مغزل بسرعة دوران ١٢٥٠ لفة/دقيقة عند سرعة ٤,٨ كيلومتر/دقيقة، وتبقى في حيز الجني خلال مسافة ٨٦٠ ملليمتر من التحرك إلى الأمام؟

١٩ ـ ٢ : المعلومات الآتية تم التحصل عليها في اختبار على آلة لقط قطن تعمل على صفين والمسافة بين الصفوف ١٠٢ سنتيمتر، طول مسافة الاختبار = ٢٠ متر، الزمن = ١٥ ثانية، فواقد ما قبل الحصاد = ٢٤٢ جرام من القطن الزهر النظيف، وكمية الفواقد من الآلة على الأرض = ٣١٦ جرام من قطن الزهر النظيف، وفواقد الآلة على النبات = ١١٤ جرام من قطن الزهر النظيف، كمية المادة المحصودة = ٧,٤ كيلوجرام، كمية مخلفات النباتات في عينة وزنها ٣٠٠ جرام من المواد المحصودة كانت ١٥,٧ جرام. احسب:

أ - نسبة مخلفات النباتات في العينة المحصودة.

ب - كمية المحصول لقطن الزهر النظيف بالكيلوجرام للهكتار ويشمل فواقد قبل الحصاد.

جـ - فواقد ما قبل الحصاد، كنسبة من المحصول الكلي.

د - كفاءة عمل الآلة، نسبة مئوية.

هـ - كمية الشعر المحصود، في عدد من البالات زنة ٢٢٥ كيلوجرام للهكتار، (افترض أن ٣٥٪ ناتج الحليج).

و - معدل الحصاد بالهكتار/ساعة، مع فرض كفاءة حقلية تعادل ٧٥٪.

# الباب العشرون
# حصاد المحاصيل الجذرية

# الباب العشرون
# حصاد المحاصيل الجذرية

## ٢٠ ـ ١ مقدمـة:

تعتبر البطاطس الإيرلندية وبنجر السكر والفول السوداني من أهم المحاصيل الجذرية التي تزرع بالولايات المتحدة الأمريكية حيث بلغت المساحة المزروعة بكل منها عام ١٩٧٥ حوالي ٦٠٠ كيلو هكتار[١]. وتعادل القيمة الكلية السنوية للبطاطس الإيرلندية ضعف قيمة محصول بنجر السكر أو الفول السوداني، وقد حدث تطور كبير في الحصاد الآلي لهذه المحاصيل الثلاثة.

وتأتي البطاطا والبصل في المرتبة الثانية من الأهمية حيث يمثل كلاً منها حوالي من ٢ إلى ٣ ٪ من مجموع المحاصيل الدرنية في الولايات المتحدة الأمريكية[١]. ويعتبر التطور في مجالات الحصاد الميكانيكي لهذين المحصولين بطيء بالمقارنة مع التطورات التي تمت في مجال حاصدات المحاصل الجذرية الثلاثة السابقة الذكر.

## حصاد بنجر السكــر

كان أول استخدام على نطاق واسع للحصاد الآلي لمحصول بنجر السكر عام ١٩٤٣. وقبل تطوير الحصاد الآلي كان يتم نزع بنجر السكـر من التربـة باستخدام محاريث خاصة أو أسلحة رافعة وبعد ذلك يتم قطع الجزء العلوي غير المرغوب فيه من كل نبات يدوياً. وتقريباً يحصد معظم محصول الولايات المتحدة الأمريكية الآن آلياً. والمرجع رقم ١٠ يحتـوي على معلومات ممتـازة مجمعـة عن الأبحاث والـدراسـات وتـطور الآليـات في المجـال منـذ بـدايـة الثلاثينات.

والعمليات الأساسية التي تؤدي في الحصاد الآلي هي:

أ - أما باستخدام مضارب دوارة لإزالة النمو الخضري أو قطع الأجزاء العليا غير المرغوب فيها من النبات عند الارتفاع المطلوب.

ب - إزاحة المجموع الخضري من النبات إزاحة مناسبة لمنع أي تداخل مـع الخطوات الأخرى لعملية الحصاد.

جـ - تفكيك البنجر من التربة.

د - رفع البنجر وتخليصه من كتل التربة والمواد الغريبة الأخرى.

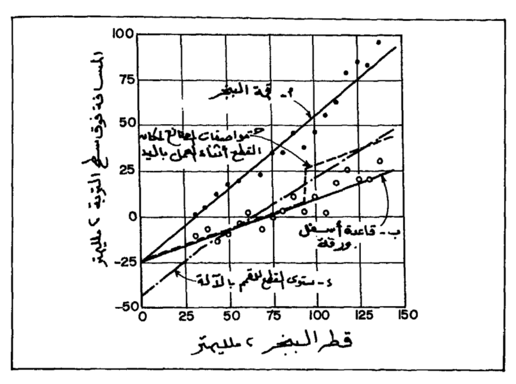
هـ - وضع البنجر النظيف في شاحنات أو مقطورات أو خزانات بالحاصدة.

**٢٠ ـ ٢ قطع القمم الخضراء:**

تجري هذه العملية أما عندما يكون البنجر في الأرض (قطع القمم في الموقع) أو ربما تجري في الآلة بعد نزع البنجر من التربة. وعملية قطع القمم في الموقع إما تحدث باستخدام الحاصدة أو كعملية منفصلة. وفي الحالة الأخيرة توضع القمم في صفوف طولية وتجمع بعد ذلك وتستخدم كعلف للحيوانات. وقد يتم استخدام آلة التصفيف لوضع صفين معاً. وفي الأماكن التي يتم فيها تصنيع البنجر فور حصادة فإن المجموع الخضري عادة ما يتم التخلص منه بواسطة عضو تقطيع دوار وتقف عملية التقطيع عند هذا الحد. وفي المساحات التي يتم فيها حصاد البنجر لتصنيعه مستقبلاً يكون التخلص من المجموع الخضري أساساً بغرض التخزين الآمن للبنجر.

وارتفاع التاج المثالي الذي يتم التخلص منه في عملية قطع القمم يعتمد على حجم البنجر. وقد وضعت مواصفات قياسية بواسطة مصنعي البنجر في حالة قطع القمم باليد قبل تطور الحصاد الميكانيكي حددت بأنه في حالة بنجر بقطر يصل إلى ٩٥ ملليمتر [٣$\frac{٣}{٤}$ بوصة] لا بد أن يقطع تحت أقل الأوراق ارتفاعاً ـ وفي حالة بنجر أكبر من ذلك يتم القطع عند حوالي ١٩ ملليمتر [$\frac{٣}{٤}$بوصة] فوق أقل الأوراق ارتفاعاً[١٥]. وكأساس للوصول إلى هذه المواصفات القياسية المستخدمة في حالة القطع باليد واستخدامها في حالة القطع بالآليات فقد قام بور[١٥] بعمل قياسات على بنجر منفرد في حقول كثيرة في الولايات الغربية.

والمنحنيات أ، ب في شكل ٢٠ ـ ١، يوضح نتائج هذه القياسات وتبين العلاقة بين ارتفاع قمة البنجر وارتفاع قاعدة أسفل ورقة بالنسبة لأكبر قطر لبنجر السكر (كل نقطة موقعة على الرسم تمثل متوسط قياسات عدة مئات من بنجر السكر). والفرق بين المنحنيين أ، ب، هو سمك التاج ـ والمنحنى جـ يوضح الارتفاع الذي يجب أن تقطع عنده القمة بالنسبة لسطح الأرض على حسب




**شكل ٢٠ ـ ١ : العلاقة بين ارتفاع قاعدة أسفل ورقة وقطر بنجر السكر (J.B. Powers)[15] .**

المواصفات القياسية للقطع اليدوي. والمنحنى د يمثل صورة تقريبية للمنحنى جـ والذي يمكن الحصول عليها عند وجود اتصال ميكانيكي بين أجزاء البحث عن الدرنة والسكين ـ ولتحقيق المنحنيين أ، د فإن جهاز الضبط (الجهاز الكاشف) والذي يكون فوق قمة البنجر يجب أن يرفع السكين لمسافة ٠,٧١ سم لكل ارتفاع مقداره سنتيمتر للجهاز الكاشف.

وقد تم إنشاء جهاز لقطع القمم يعتمد على تلك الأساسيات للقطع المتغير بجامعة كاليفورنيا[١٥]. ويقترب أداؤه من دقة القطع باليد وفي بعض الحاصدات الموجودة في الأسواق والتي تتم فيها عملية قطع القمم في الحقل يكون فيها ارتفاع القطع متغيراً (شكل ٢٠ ـ ٤). إلا أن الآليات التي تقطع القمم بعد أن يتم رفع البنجر من التربة (شكل ٢٠ ـ ٤) وكذلك بعض الآليات التي يتم القطع فيها عندما يكون النبات في موقعة يكون الجزء المزال من التاج

واحداً بغض النظر عن حجم البنجر. إلا أن الجزء المزال من التاج يمكن التحكم فيه ليتلائم مع أنسب الظروف التي تلائم حقل معين.



**شكل ٢٠ ـ ٢ : آلة تقطيع بنجر تعمل على ثلاث صفوف. وتستخدم الآلة أقراص قطع دوارة وحذاء كاشف. ويستخدم أيضاً وصلة للقطع المتغير بين الأجزاء الباحثة والأقراص ويفيد جهاز الكشف عن الخطوط والذي يمركز عجلات الرفع على خطوط البنجر (غير موضح بالرسم) اختياري (Courtesy of Deere and Co).**

## ٢٠ ـ ٣ ضبط وقطع القمم الخضراء في الموقع :

تستخدم أنواع كثيرة من أجهزة البحث عن الدرنات ومنها الحذاء المنزلق والعجلات الآلية (شكل ٢٠ ـ ٢). والعجلات الآلية تخفف من احتمال قلب جهاز البحث للبنجر المرتفع في الأرض المبللة أو المفككة

وقد وجد أن سحب سكين خلال درنة مثبتة فقط تحت مستوى القطع (كما في التربة) غالباً ما يسبب قطع للجذور[١٥]. وعادة ما يحدث هذا القطع عندما تقطع السكين حوالي ثلثي طريقها خلال الدرنة. ويحدث القطع حول مستوى يميل لأسفل وإلى الأمام من السكين بزاوية مقدارها ٤٥°. ولتقليل القطع الأدنى مستوى فإن قوة القطع يجب تخفيضها عن طريق قوة مضادة والتي يمكن أن تنتج عن جهاز بحث آلي مثل العجلة. ومن الطرق الأخرى التي تؤثر

على تخفيض قوة القطع تعليق سكينة ثابتة على زاوية حادة مع الصف أو بالقطع بواسطة حافة قرص دوار. وكلا الطريقتين تزيد من المسافة المطلوبة بين البنجر في الصف وذلك للحصول على القطع المناسب للقمم في حالة وجود بنجر مرتفع متتالي مع بنجر منخفض.

**٢٠ ـ ٤ حفر ورفع وتنظيف البنجر المقطوع قممه في الأرض:**

البنجر المقطوع القمم في الموقع، سواء باستخدام آلة حصاد أو كعملية منفصلة يتم تفكيكة من التربة ورفعه على سير نقل باستخدام عجلات ناقلة (شكل ٢٠ ـ ٢). وتدفع إطارات العجلات إلى داخل التربة وتدار بواسطة اتصالها مع الأرض. وانفراج الجزء السفلي لإطارات العجل ناحية الخلف يؤدي إلى مسك البنجر الذي تم إزالة قممه ورفعه من الأرض. ثم تقوم بدالات مفصلية تدور بين عجلتي الرفع في الخلف (شكل ٢٠ ـ ٣) بتحويل البنجر إلى السيور الناقلة. ويتوافر ببعض الأنواع باحث صفوف أوتوماتيكي وفيها تنفرج عجلات الرفع على حسب موقع صفوف البنجر بفعل تحكم نظام هيدروليكي.

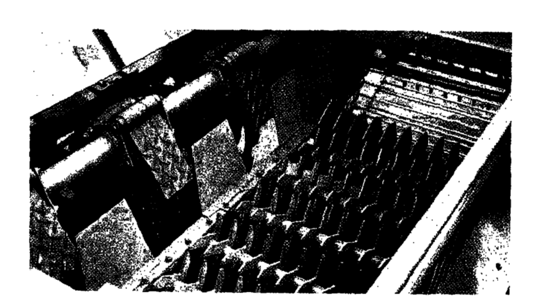
وقد ترفع كمية كبيرة من التربة مع البنجر وتتم عملية الفصل الرئيسية من التربة والبنجر بتمريرها على أرضية مكونة من عجلات دفع دوارة محمية الشكل ومركبة على مسافات متقاربة لمنع سقوط البنجر خلالها شكل ٢٠ ـ ٣). وبعض الأنواع تقوم بتوفير تنظيف للمحصول وذلك بتمرير البنجر على أرضية مصنوعة من بكرات خطافية (على الأقل واحدة من كل زوج يكون لها ريش حلزونية) ويمكن إجزاء عمليات تنظيف إضافية بواسطة ناقلات جنزيرية ذات قضبان تستخدم لرفع البنجر إلى المقطورات أو الشاحنات أو إلى خزان الحاصدة.

**٢٠ ـ ٥ الحاصدات التي ترفع البنجر بدون قطع القمم الخضراء:**

وهذا النوع من الآليات يقوم برفع البنجر غير المزال قممه بعد تفكيكها للتربة وذلك عن طريق مسك القمم الخضراء والنزع أو بواسطة عجلات ذات

أسنان. وفي أي من هاتين الطريقتين تختفي مشكلة التخلص من كتلة التربة الملتصقة بالجذور، والتي عادة ما تحدث في الأراضي الثقيلة. وعموماً تتم إزالة القمم بعد ذلك بالآلة بعد رفع البنجر.

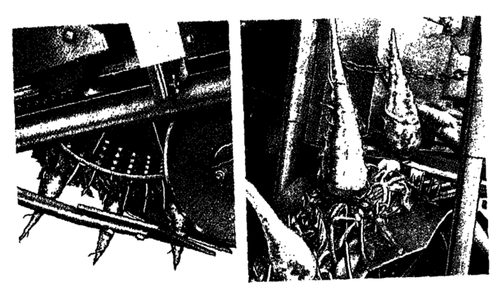
وفي الآلات التي ترفع البنجر بقممه الخضراء يوجد زوج من الجنازير المائلة أو السيور بالاشتراك مع طارات محملة بياي يمسك القمم الخضراء في اللحظة التي يقوم فيها سلاح الرفع بقطع الجذور الوترية وتفكيكها من التربة. وتستخدم هذه الطريقة فقط عندما تكون القمة قوية بالدرجة الكافية لدعم كتلة الجذر.



**شكل ٢٠ ـ ٣: مرقد تنظيف بنجر السكر يستخدم بكرات ذات نتوءات معلقة على أعمدة متوازية. وينقل البنجر فوق البكرات بينما تسقط الشوائب من خلالها (Courtesy of Oppel Inc**

ولسوء الحظ ففي معظم مناطق الولايات المتحدة لا يمكن الاعتماد على المجموع الخضري لدعم كتلة الجذور في وقت الحصاد بينما العكس هو الصحيح في الجزر البريطانية وكنتيجة لذلك فإن هذا النوع من الحاصدات

يستخدم بصفة مستمرة في انجلترا وإيرلندا ولكن لا يستخدم في الولايات المتحدة[٢]، وقد استخدمت تلك الطريقة في الرفع (بواسطة سير) مع محاصيل درنية أخرى وتشمل البنجر الأحمر والجزر[١٠] والبصل[١٢،١٣] والفجل.



**شكل ٢٠ ـ ٤ : الأيسر: نزع ورفع البنجر بواسطة عجلة عليها شوك في آليات حصاد بنجر السكر.الأيمن: قطع القمم الخضراء باستخدام قرصين دوارين (Courtesy of Blackwelders).**

ومكونات الحاصدة التي ترفع البنجر غير مقطوع قممه الخضراء عبارة عن عجلة ذات أسنان (موضحة في شكل ٢٠ ـ ٤) والعجلة ذات الأسنان تكون عائمة وحرة في حركتها وتقاد بسرعة محيطية أقل بقليل من السرعة الأمامية للآلة. وهناك سلاحان للرفع يقومان بتفكيك البنجر في اللحظة التي تخترق فيها الأسنان المنحنية التاج وبعد أن ترفع العجلة ذات الأسنان البنجر تقوم قضبان انتزاع مائلة من الصلب موضوعة بين صفوف الأسنان (موضحة في شكل ٢٠ ـ ٤ الأيمن) يرفع البنجر وأبعاده بمسافة كافية عن الأسنان تسمح بقطع

القمم الخضراء عند المستوى المناسب بواسطة قرصين متداخلين دوارين. وكل من الأقراص والنازع يمكن ضبطها للتحكم في سمك القمة المقطوعة. وبعد التخلص من القمم الخضراء تقوم مجموعة ثانية من النوازع بإزالة القمم الخضراء العالقة بالعجلات ذات الأسنان ونقلها إلى ناقلات مستعرضة وذلك لوضعها على الأرض في صفوف. وينقل البنجر المقطوع قممه الخضراء بعد ذلك إلى مقطورة أو شاحنة. وهذا النوع من الحاصدات يعمل بصورة جيدة في الظروف الجافة وليس في المساحات التي تتعرض إلى أمطار غزيرة في وقت الحصاد.

# حصاد الفول السوداني

## ٢٠ ـ ٦ طريقة الحصــاد:

إن الطريقة المتبعة حالياً في حصاد الفول السوداني تتطلب فترة للتجفيف بين الحفر والجني ( الدراس ) والعمليات التي تقوم بها الحاصدة هي : ( أ ) الحفر. (ب) الهز وذلك للتخلص من التربة الملتصقة . (جـ) وضع الناتج في صفوف أو تكويمة باليد . ( د ) الجني ( الحصول على الفول السوداني من القشرة ) . ولقد كان هناك تطور سريع منذ عام ١٩٥٠ للحصول على ميكنة كاملة لحصاد الفول السوداني وذلك باستخدام طريقة آليات التصفيف المجمعة وذلك لمميزاتها عن التكويم باليد والذي يتطلبه الدراس بالآليات الثابتة .

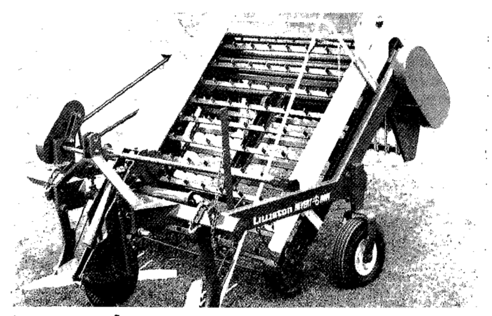
وفي المناطق الجافة ربما يترك الفول السوداني في صفوف على الأرض حتى يتم النضج تماماً. وعملية الحصاد بآليات الضم والدراس من الصفوف الناضجة والتي يتبعها تجفيف صناعي تفضل من الناحية العملية في المناطق ذات الرطوبة العالية[١٦]. وقد قامت دراسات في ولاية جورجيا لمدة ٣ سنوات[١٨] بينت نتائجها أن أقل فقد يحدث عندما تتم عملية الضم والدراس بعد ثلاثة أيام من الحفر (وذلك أفضل من القيام بالعملية مباشرة بعد الحفر أو بعد ٧ أيام).

## ٢٠ ـ ٧ الحفر والهز والتصفيف:

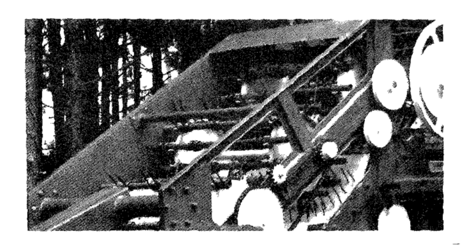
وطريقة العملية المجمعة تتمثل في مجموعة آليات شكل (٢٠ ـ ٥) تقوم

بحفر التربة وهز محصول الفول السوداني لإزالة التربة العالقة ثم تصفيفه في أكوام طولية وتعمل إنصاف الأسلحة المائلة أسفل منطقة الدرنات. حيث يجب أن تعمل على قطع الجذور الوترية بدون سحب النباتات كما يجب أن تقوم بتفكيك التربة بطريقة كافية تسمح برفع النباتات بأقل فقد ممكن من القرون.

وجهاز النقل والهز لا بد أن يعرض النباتات لاهتزازات كافية أو خضها للتخلص من معظم أو كل التربة العالقة بالقرون بدون فتح أي من هذه القرون. أو فقد أياً من الحبوب. وآلة الحفر والهز العادية تضع النباتات في صفوف باتجاهات عشوائية مختلفة. والأنواع التي تقوم بالقلب أصبحت متاحة في عام ١٩٧٠ وهي تحتوي على جهاز دوار تصل إليه النباتات بعد جهاز النقل والهز ويقوم بقلبها لأسفل وبالتالي تترك الحبوب معرضة في أعلى الصف للتجفيف والآلية الموضحة في شكل ٢٠ ـ ٥ لها جهاز للقلب ولكنه ليس واضحاً في الشكل.



**شكل ٢٠ ـ ٥ : حاصده تقوم بحفر وهز، وتصفيف الفول السوداني. آلة مجمعة تعمل على صفين (Courtesy of Liliston Mfg. Co).**



**شكل ٢٠ ـ ٦: اسطوانات ذات أسنان زنبـركية في آلـة الضم والدراس للفـول السوداني ( Courtesy of Lilliston Mfg. Co).**

**٢٠ ـ ٨ الجني:**

آلة الضم المجمعة للفول السوداني تحتوي على أسطوانتين أو أكثر ذات أسنـان زنبركيـة على التوالي تقـوم بفصل الحبـواب بواسـطة التمشيط (شكـل ٢٠ ـ٦) وتبرز الأسنان الزنبركية الى الداخل من خلال تجاويف في لوح مقوس وذلك لاعاقة مرور النباتات وتكون سرعة الاسطوانة منخفضة حيث أن الغرض من العملية ليس التقشير. ووحدات الفصل والتنظيف مشابهة لما هو موجود في آليات الضم والدراس المستخدمة في حصاد الحبوب ولكن توجد مناشير دوارة تبرز لأعلى من خلال قـاعدة حـذاء التنظيف لأزالـة السيقان من حبـوب الفول السوداني.

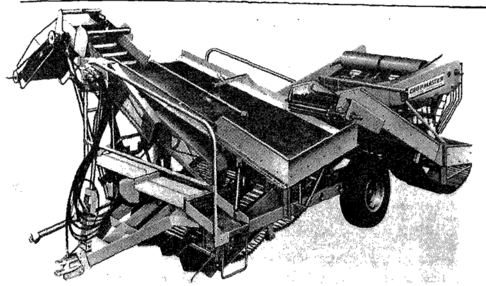
# حصاد البطاطس

**٢٠ ـ ٩ طريق الحصاد ومعداتها:**

آلية حصاد ودراس البطاطس (شكل ٢٠ ـ ٧) تقوم باجراء العمليات الآتية على الترتيب (أ) حفر، (ب) فصل التربة المفككة وكتلها الصغيرة والأحجار، (جـ) فصل المجموع الخضري والحشائش، (د) فصل جزئي للدرنات على الأقل من الأحجار والكتل الصغيرة المساوية لها في الحجم. ويحتاج العمل من ٢ الى ٧ عمال يدويين على الآلة وذلك لأكمال عملية الفصل للتخلص من المواد غير المرغوب فيها[٦]. وتنقل البطاطس من سير التدريج إلى الشاحنات أو أوعية التخزين. ويعرف هذا النظام بنظام الحصاد الميكانيكي المباشر.

وحفارات البطاطس، المستخدمة في الحصاد اليدوي، تقوم فقط بالعمليتين الأولتين المذكورتين أعلاه. والشعيرات الجذرية والجذور التي على شكل أسطوانات والمواد الأخرى التي لا تفصل من خلال عملية الحفر توضع على نهاية الخط. أما البطاطس فتجمع باليد وتوضع في أوعية.

والحصاد الميكانيكي غير المباشر يشمل عمليتين منفصلتين. حفر وتصفيف البطاطس بواسطة آلة حفارة لخطين وهي مشابهة لآلة الحفر العادية ولكن لها ناقل مستعرض يسمح بوضع صفين وفي بعض الأحيان أربعة أو ستة صفوف في تصفيفة واحدة. وبعد وضع البطاطس في صفوف لمدة تترواح بين



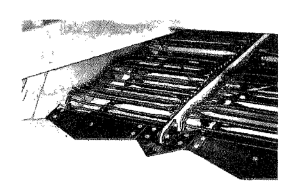
**شكل ٢٠ ـ ٧ الية حصاد البطاطس لصفين ( Courtesy of John Bean Div. FMC Corp. )**

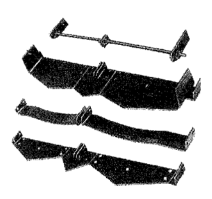
٢٠ دقيقة إلى ٢ إلى ٣ ساعات يتم جمعها بآلة حصاد من نفس نوع آليات الحصاد المباشر مع رفع السلاح عنها أو تعديله. والفصل وفصل عملية الحصاد تحت ظروف وجود حشائش أو تربة رطبة أفضل من الحصاد المباشر ولكن الكسر ربما يكون أكبر. والسرعة الأمامية لآليات الحصاد غير المباشر غالباً ما تكون أسرع من السرعة المثلى من آليات الحفر والتصفيف أو الحصاد المباشر. وآلية الحصاد غير المباشر غالباً ما يمكنها العمل مع آلتي حفر وتصفيف.

وبالرغم من أن هناك بطاطس تجمع باليد في بعض المساحات فإن نسبة عالية من محصول الولايات المتحدة يتم الآن حصاده وتداوله بكميات كبيرة بواسطة حاصدات ذات تحميل ميكانيكي مباشر. وآليات الحفر والتصفيف عادة ما تعمل على صفين ولكن هناك آليات حفر لصف أو صفين متاحة في الأسواق. والحاصدات قد تدار بواسطة عمود الإدارة الخلفي أو محرك منفصل. أما الحفارات وآليات الحفر والتصفيف فهي تدار بصفة عامة بواسطة عمود الإدارة الخلفي.

والبطاطس قد تتعرض بسهولة للخدش أو سلخ جزء من القشرة ولكنها قد تكون أقل عرضة في حالة النضج التام عنه في حالة عدم النضج. وفي بعض

الأماكن يتم إزالة المجموع الخضري بواسطة آلات تقطيع ذات مضارب أو يتم التخلص منه بواسطة كيماويات للإسراع في النضج وعمليات التقطيع بالضرب لها مميزات عند إجرائها قبل الحصاد اليدوي وذلك لأن المجموع الخضري يؤثر على عملية الجني.





**شكل ٢٠ ـ ٨: أيسر: الأسلحة ومقدمة الجنزير لآلة حصاد البطاطس في صفين (أو حفارة). الأيمن: أسلحة حفارة بأنواع مختلفة. ويوجد عمود مربع على الوحدات العليا وبالتالي فإن المقدمة تتحرك إلى أعلى كما في أسلحة التخلص من الحشائش وتعمل بصورة جيدة في تربة رملية مفككة (Courtesy of Heston Corp.).**

**٢٠ ـ ١٠ الحفر وفصل التربة:**

الأشكال المختلفة للأسلحة الموضحة في شكل ٢٠ ـ ٨ الأيمن تستخدم في حفر أو جرف التربة والبطاطس. واختيارها يعتمد على نوع التربة وظروفها. ويعمل السلاح على العمق الكافي للحصول على كل أو معظم الدرنات بدون قطع عدد كبير منها. والحاصدة ذات الصفين تعمل على سرعة ٣,٢ كيلومتر في ساعة [٢ ميل/ ساعة] وعلى عمق متوسط للسلاح يعادل ١٠ سنتيمتر (٤ بوصة) ترفع من ٧ إلى ٩ ميجاجرام [٨ إلى ١٠ طن] من التربة في الدقيقة.

ويحول السلاح الكتلة الكلية من البطاطس والتربة المحيطة بها إلى ناقل

على شكل سلاسل موصلة بأعمدة (شكل ٢٠ ـ ٨ أيسر) وهذا الناقل يعمل على غربلة المحصول للتخلص من التربة المفككة وكذلك كتل التربة والصخور. والآليات التي تعمل على صفين يكون لها سلاسل متصلة مع الحفارات لكل صف. وكل ثاني أو ثالث وصلة تكون رأسياً بمقدار قطر وصلة واحدة من مستوى النهايات. والوصلات المتوسطة قد تكون مرحلة إلى أسفل أو مستقيمة وقطر العمود يتراوح بين ١١,١ و ١٢,٧٠ ملليمتر [ $\frac{٧}{١٦}$ و $\frac{١}{٢}$ بوصة]. وكذلك خطوة سلسلة تتراوح بين ٣٩,٦ إلى ٥٠,٨ ملليمتر [١,٥٦ إلى ٢ بوصة] تعتبر قيم شائعة وأقصى مسافة للخلوص بين الوصلات يتحدد بأقل أبعاد للبطاطس. والخطوة الطويلة عادة ما تستخدم أساساً في الأراضي الرطبة أو القبلة[٦].

ويتم تقليب البطاطس بتمرير سلسلة الحفار على بكرات تدعيم بأشكال مختلفة، وبتغير البكرات الى أبعاد أو أشكال مختلفة لزيادة الاهتزاز ولتحسين فصل التربة ولكن قد يسبب ذلك تلف في بعض الثمار. وزيادة سرعة السلسلة يحسن من مستوى الفصل من طبقة التربة الملاصقة للدرنات ولكن قد يزيد ذلك من نسبة التلف[٦].

**٢٠ ـ ١١ التخلص من المجموع الخضري اثناء الحصاد:**

في كثير من الحاصدات تفرغ المادة الموجودة على سلسلة الحفر على ناقل مصنوع من قضبان متتالية موضوعة على مسافات كافية (١٠٠ الى ١٢٥ ملليمتر [٤ إلى ٥ بوصة]) تسمح بسقوط البطاطس من خلالها إلى ناقل آخر مستعرض وتوضع أسطوانات النزع عادة في تلامس مع قمة ناقل المجموع الخضري كما هو موضح في الركن الأيمن العلوي لشكل ٢٠ ـ ٧ وذلك للمساعة على فصل أي درنات مازالت ملتصقة بالمجموع الخضري.

ونازع المجموع الخضري يتكون من زوج من الأسطوانات المصنوعة من المطاط تدوران في عكس اتجاه السريان ويتراوح حجم الأسطوانة بين

(١٠٠ ـ ١٢٥ ملليمتر [٤ إلى ٥ بوصة]) وعادة ما توضع هذه الأسطوانات عند جـانب التفريـغ للناقـل المستعرض. وتقـوم الأسطوانـات بحسب أي مجموع خضري أو حشائش باقية بها لأسفل بينما تمر درنات البطاطس أو أي مادة صلبة أخرى على قمة الأسطوانات.

**٢٠ ـ ١٢ فصل البطاطس عن الأحجار وكتل التربة:**

يعد فصل البطاطس من الأحجار وكتل التربة المساوية لها في الحجم من أكبر المشاكل في بعض المساحات كما هو الحال في ولايـة مين. وقد يكـون عدد الأحجار المماثلة للبطاطس في الحجم أكثر من عدد البطاطس[١٧]. وحتى يكون نظام الفصل مقبولاً لحاصدات الصفين يجب أن تعمـل على الأقل على سعة ١٨ ميجاجرام (٢٠ طن) من البطاطس في الساعة. ولا بد أن يعتمد النظام على الأختـلاف الثـابت في الخـواص المميـزة ويجب ألا يسبب أي ضـرر للبطاطس.

ويستخـدم جهاز بسيط نـوعاً مـا ومؤثـراً وانتشـر على مجـال واسـع في حاصدات البطاطس وهو السير الناقل المائل وهو إمـا سير أو نـاقل مجنـزر ذو قضبان. وهذا النـظام يعتمد على الفـرق في المقاومـة للدوران (أي الشكل). وعندما يتم نقل مخلوط البطاطس والأحجار وكتل التربة الى الجانب الأعلى من الناقل فإن البطاطس المستديرة الشكل تدحرج عبر السير بينما تبقى كتل التربة والصخور المفلطحة الشكل على الجانب الأعلى ـ (ويمكن عن طريق المقسم الذي يمكن ضبطه والمبين في شكل ٢٠ ـ ٧ فصل أتجاهي السريـان) ويمكن عن طريق التدرج اليدوي إذ لزم الأمر نقل المـواد التي في المسار الصحيـح لها.

ويعتبر التداخل بين الأشياء التي تحاول الحركة عبر السيـر مشكلة. وقد تضاف في بعض الحالات فرشاة دوارة لتقليل تأثير هذا التـداخل[١٧]. وأيضـاً فإنه لا يوجد فرق ثابت في الشكـل. فإن بعض الأحجـار قد تتـدحرج وبعض

البطاطس لا تتدحرج. وقيمة الميل لا بد أن تكون سهلة الضبط للحصول على أعلى تأثير تحت الظروف المختلفة.

وبحلول منتصف الستينات أصبح وجود أجهزة بالحاصدات تستخدم الهواء لفصل البطاطس من الأحجار ممكناً تجارياً. وزاد استخدام هذه النوعية من الآلات في المناطق التي تسود بها الأحجار[١٩]. وتستخدم مروحة تحرك الهواء بسرعة عالية لأعلى خلال المادة المحمولة على جنزير ناقل ذي قضبان في حيز مقفول.

ويرفع تيار الهواء البطاطس من ناقل الدخول ويضعها على ناقل آخر ـ والسرعة المطلوبة لرفع البطاطس الكبيرة هي حوالي ٣٥ متر/ ثانية [١١٥ قدم/ ثانية][١٩]. وفعل الفصل يتأتي عن طريق تأثير الخواص الايرودوناميكية والكثافة. ويمكن الحصول على فصل جيد للبطاطس من الأحجار بالضبط الجيد لسرعة الهواء، مع أنه قد ترفع بعض الأحجار المسطحة وذلك لكبر مساحتها الأمامية المعرضة للهواء[١٧]. وخشونة كتل التربة مع انخفاض كثافتها النوعية عن الأحجار ربما تؤدي الى رفعها أيضاً[١٧، ١٩]. ومتطلبات القدرة المطلوبة لمروحة الهواء تكون مرتفعة.

وقد أجرى العديد من الأبحاث على طرق فصل البطاطس عن الأحجار وكتل التربة وتشمل الطريقة التجريبية التي تعتمد على الأختلاف في الكثافة النوعية على تغذية البطاطس والأحجار على زوج من الفرش الدوارة والقريبة جداً من بعضها والتي يكون لها شعر له خشونة وصلابة وطول محدد[٥]. ونتيجة لأن الأحجار أثقل من البطاطس فإنها تسقط بين الشعر (بين الفرش) بينما البطاطس تمر فوقها. ونتيجة لأبحاث أيتون وهينسون[٥] فإن قيم الكثافة النوعية الخفيفة هي: درنات البطاطس ١,١ ـ كتل التربة ١,٣ الى ١,٧ والأحجار ١,٥ الى ٢,٥. ويقال أن الطفو في الطين السائل أعطى نتائج جيدة في الفصل

في انجلترا[١٧] ولكن هذا النظام لم يدرس جيداً لآلة تعمل في الحقل.

والمحاولات التجريبية الأخرى[١٧، ١٩] اعتمدت على أنعكاسات الأشعة الفوق الحمراء[١٩] وامتصاص أشعة أكس والصلادة والموصولية الكهربائية. ولقد وجهت أيضاً الأبحاث الى تحسين فعالية الناقلات بوسائل مثل تقسيم الطبقة الغير مفصولة الى شرائح، وزيادة سرعة الناقل مع استخدام فرش دوارة لزيادة معدل الحركة المستعرضة[١٧].

**٢٠ ـ ١٣ تخفيض التالف من عملية الحصاد والتداول الى أقل حد:**

قام هنسون[٩] بعمل مسح على ٣٠ آلة حصاد في كولورادو في عام ١٩٦٦، ١٩٦٧، ١٩٦٨ وقد وجد في بعض الحالات إن ٢٥٪ من البطاطس قد تلفت بشدة للدرجة التي تؤثر على رتبة البطاطس أو تسبب مشاكل تخزينية.

والضبط الصحيح للسرعة وكذلك درجة التقليب للجنزير الحفار، وذلك للحصول على وسادة وقائية من التربة على الناقل، يقلل التالف في الناقل الابتدائي إلى أقل حد ممكن. وقضبان جميع الناقلات بعد الجنزير الحفار تكون مغطاة بالمطاط أو البلاستيك لتقليل التلف. ولا بد من تفادي السقوط العنيف للدرنات. ووجد أن سقوط الدرنات من مسافة أعلى من ١٥ سنتيمتر (٦ بوصة) على سطح صلب ربما يحدث تلف[١١]. ووجود سطح لين عند نقطة التصادم قد يساعد كثيراً على تفادي التلف .

وناقلات الشحن في الحاصدات لا بد أن تكون مفصلية (شكل ٢٠ ـ ٧) وذلك للسماح بخفض النهاية الخارجية في حدود ١٥ سنتيمتر [٦ بوصة] من قاع الشاحنات عند البدء في التحميل. وضبط الأرتفاع لا بد أن يلاحظ بعناية أثناء عملية التحميل وكذلك لا بد من توجيه عناية خاصة في عملية التفريغ والنقل في موضع التخزين.

## حصاد البطاطا

### ٢٠ ـ ١٤ مشاكل الميكنة:

يتطلب للحصاد اليدوي للبطاطا حوالي ١٥٠ الى ١٨٥ رجل ـ ساعة من العمالة لكل هكتار (٦٠ الى ٧٥ رجل ـ ساعة لكل أيكر)[٨]. وقد تم إنجاز تطورات كبيرة لآليات حصاد البطاطس لأستخدامها في حصاد البطاط ولكن المشاكل المصاحبة للحصاد الآلي الكامل للبطاط الطازجة التي تباع في الأسواق أصبحت صعبة الحل.

وفي وقت الحصاد تكون البطاطا معرضة بشدة للسلخ أو الخدش. والتلف لا يمثل مشكل بالنسبة للبطاطا التي سوف تصنع حيث أن التصنيع يتم خلال ٤٨ ساعة من عملية الحفر[٧] ولكن في حالة البطاطا التي سوف تباع طازجة في الأسواق يجب تقليل التلف الى أدنى قدر ممكن وذلك لتجنب فسادها اثناء التخزين والمحصول الذي يباع في الأسواق عادة ما يتم تدريجه في الحقل (حالياً يتم باليد)[٣،٧،٨] بينما لا يتم التدريج في الحقل للبطاطا التي تدخل في التصنيع.

وتتوزع البطاطا على مساحة مقطع من التربة أكبر من المساحة التي تتوزع عليها البطاطس كما أنها لا تفصل بسهولة من السيقان أو النموات الخضرية[٣]. والنمو الخضري المتشعب والذي يغطي كل سطح التربة صعب في التعامل معه

أو التخلص منه. وفي حالة الحصاد اليدوي أو الشبه آلي (تدريج يدوي على الآلة) يتم التخلص من المجموع الخضري بواسطة آلة قطع دوارة أو مضارب تقطيع قبل الحفر.

**٢٠ ـ ١٥ التطويرات في الحصاد والتداول:**

لقد استخدمت الآت حصاد البطاطس الايرلندية بعد تعديلها لحصاد البطاطا التي تدخل في التصنيع ولكن التالف يكون كبير جداً لو كان الغرض بيع هذه البطاطا طازجة في الأسواق. ولا يحدث تدريج في هذه الآلات ولكن قد يستخدم الفصل اليدوي عليها. ويتم تداول البطاطا عادة بكميات كبيرة. وتتوافر بصفة تجارية في الأسواق معدات من النوع المشابه لحاصدات البطاطس لأستخدامها في حصاد البطاطا التي تباع طازجة في الأسواق ولكنها مصممة للتعامل مع البطاطا برفق[٨]. وبعد التخلص من المجموع الخضري كعملية منفصلة يتم رفع البطاطا الى سير تدريج ويتم جمع البطاطا من على هذا السير باليد ويتم فصلها على أساس حجمها وبعد ذلك يتم وضعها بعناية في صناديق أو أوعية معدة خصيصاً لذلك. وفي مقارنة أجريت على التداول في أوعية سعتها ٤٥٠ كيلو جرام [١٠٠٠ رطل]. أو التداول في صناديق سعتها ٢٣ كجم (٥٠ رطل) أوضحت الدراسة أنه ليس هناك فرق في كمية التالف أو المخدوش[١٤]. والعمالة الكلية المطلوبة في أي من العبوات تكون حوالي ثلثي العمالة المطلوبة في الحصاد اليدوي[١٤].

وفي تلك الأختبارات التي اجريت للمقارنة بين نوعي العبوة وضعت البطاطا في كلتا العبوتين باليد[١٤] ومن الممكن عمل ترتيبات تسمح بتفريغ البطاطا مباشرة في الصندوق بدون تلف زائد وتشمل تلك الترتيبات: (أ) ناقل يمتد الى أسفل داخل الصندوق ويرتفع عند امتلأ الصندوق[١٤]، (ب) قاعدة يمكن ضبط أرتفاعها (جـ) التفريغ في وعاء ممتلىء جزئياً بالماء.

وقد صنعت بعض الحاصدات التجريبية للتعامل مع البطاطا التي يتم تداولها طازجة في الأسواق بحيث يمر محصول البطاطا المجموع على قطاع أفقي من ناقل له قضبان مستعرضة بعيدة عن بعضها بدرجة كافية تسمح بسقوط البطاطا خلالها وإذا ظلت ملتصقة بالمجموع الخضري فستظل معلقة إلى أسفل الناقل[٣،٨]. ويتم الفصل آنذاك بهز الناقل رأسياً وأو بتعريض السيقان لقوى تصادم وتقوم سكاكين دورانية بتقطيع المجموع الخضري على جانبي سلاح الحفر العريض. ويتم الرفع والتخلص من التربة باستخدام جنازير ذات قضبان مشابهة لتلك المستخدمة مع البطاطس الإيرلندية.

وفي إحدى التجارب تم تصنيع واختبار سير مفرق يستخدم في تصنيف البطاطس ويتعامل معها برفق وقيل أنه مناسب للاستخدام الثابت في الحقل أو لتركيبه على حاصدة كاملة[٧]. وقد تم تصميم مصنف تجريبي آخر يصنف البطاطس تبعاً للحجم باستخدام بكرات اسطوانية أو بيضاوية متغيرة على الناقل باعتباره جزء من آلة حصاد ميكانيكي كاملة مقترحة[٨].

## حصاد البصل

أن أنواع البصل التي تحتوي على مواد صلبة نسبياً (٥ إلى ١٠٪) وتكون طرية غضة كما في الأسباني الحلو أو جرانكس (Sweet Spanish or granex) تحصد غالباً باليد لأنها سهلة التلف. وتقطع البصلات من أسفلها بسلاح أو بسكين حشائش (أعلى اليمين في شكل ٢٠ ـ ٨) مما يمكن المجموع الخضري من النضج (الجفاف) قبل رفع البصلات. وبعد تمام فترة النضج لعدة أيام للأبصال التي تباع طازجة للأسواق أو على الأقل ٥ إلى ١٠ أيام للبصل الذي يتم تخزينه يتم رفع البصل من الأرض باليد وتقطع قممه بسكين حاد. وبعد ذلك توضع في سلات أو في أكياس تترك في الحقل على الأقل لمدة ٥ إلى ١٠ أيام لتمام النضج قبل نقلها إلى المخازن أو التسويق. والحصاد اليدوي يتطلب حوالي ١٨٥ رجل. ساعة للعمل في حالة انحناء لكل هكتار (٧٥ رجل/ ساعة لكل أيكار)[١٢] وتكاليف العمالة ربما يمثل ٤٠٪ من قيمة الانتاج الكلي[١٢].

وبعض الأصناف الأخرى مثل (ساوس بورت وايت جلوب Southport White Globe ) تحتوي على مادة جافة أكثر وتكون قوية ومتماسكة ومقاومة للتلف الميكانيكي. والحصاد الميكانيكي والتداول بكميات كبيرة قد وجد خصيصاً لبصل من هذا النوع.

**٢٠ ـ ١٦ الحصاد الميكانيكي:**

أن العمليات الرئيسية التي تقوم بها آليات الحصاد الميكانيكي هي لقطع الابصال تحت التربة للتخلص من الجذور وتفكيك البصيلات ورفعها وفصل البصيلات من التربة الملتصقة بها والقش والتخلص من المجموع الخضري وبعد ذلك توضع البصيلات بعد قطع المجموع الخضري في أوعية وآليات للتداول بكميات كبيرة ـ وترتيب هذه العمليات وتوقيت حدوثها يختلف في بعض الحالات ويعتمد ذلك على أساسيات الحصاد المتبعة. والتخزين بكميات كبيرة أو في أوعية مع دفع تيار هوائي للتهوية (بدلاً من الإنضاج الحقلي) يعتبر جزء منطقي مكمل لعملية الحصاد الآلي.

والعمليات التي تتم عادة في حصاد الأنواع المتماسكة هي الرفع وقطع المجموع الخضري والتحميل مجمع في عملية واحدة[٢٠]. وبعد اتمام قطع المجموع الخضري قد يوضع البصل في صفوف ويتم جمعه بعد ذلك بآلة جمع البطاطس. ومعظم آليات حصاد البصل المتاحة في الأسواق تكون مشابهة لحفارات البطاطس ولكن تحتوي على وحدة للتخلص من المجموع الخضري. واحد أنواع أجهزة التخلص من المجموع الخضري تحتوي على مجموعة من البكرات الموضوعة جنباً إلى جنب في أزواج ولها قطر صغير وتدور عكس بعضها وعليها ريش حلزونية تقوم بوضع القمة إلى أسفل وبعد ذلك تقطع أو تشد القمة لفصلها. ونوع آخر مشابه وفيه يتم حجز القمة بين بكرات ويحرك البصل الى الخلف بينما يوجد سكين قرصي دوار لقطع القمة أسفل البكرة مباشرة وتترك قطعة صغيرة من السياق على كل بصلة. وفي نوع ثالث يستخدم تيار هواء تحت السير الناقل يعمل على دفع القمة الى أعلى وبعد ذلك تقطع بمنجل فوق الناقل. ولا بد أن تكون القمم جافة لأي من هذه الأنواع للحصول على نتائج مرضية[٢٠]. وللحصول على هذه الظروف تقطع البصيلات من أسفل قبل الحصاد بحوالي أسبوع الى ثلاثة أسابيع. ويزيد

التلف في الأبصال من الأنواع الطرية ومـع أغلب الآليات التي تحتـوي أجهزة إزالة القمم.

طور لورنزين[١٣] آلة قطع قمم تعمل بسير رافع في عـام ١٩٤٩. وهذه الآلـة تحتوي على سيـرين من السيور المـائلة الدائـرية المقـطع يتم ربطهمـا معاً بواسطة طارة عليها حمل من زنبرك والتي تمسك بالقمة وفي نفس الـوقت يقطع السلاح الجذر. ويرفع السير بعد ذلك البصل الى وحدة قـطع القمم ثم يتركها على ناقل آخر. ويجري قطع المجموع الخضري في الجزء الذي يعلو السير مباشرة بواسطة أقراص متحركة متداخلة.

وقد استخدم لي بري وهوبيجود[١٢] أيضاً أساسيات الرفع بالسير في آلة تم تصنيعها في عام ١٩٦٨. وقد اشتمل التصميم على سير توجيه تحت الجزء العلوي من سيور الرفع ويتباعد عنها بميول بسيط. ونتيجة لفعل الشد السفلي تكـون قمة البصيـلات في وضع أكثـر دقـة لقـطع القمم وأدق من آلـة حصـاد لورنزين.

وأساسيات الرفع بالسير تعتمد أساساً على أن القمة تتجه إلى أعلى وهي قوية بالدرجة الكافية لرفع البصيلات من التربة. ويحتاج الأمر إلى آلـة خاصـة لـرفع القمم الـراقدة (ربمـا تكون ٥٠ ٪ من العـدد الكلي) حتى يمكن للسير الإمساك بها. ويكون التلف حتى في البصل في أقل الحدود مع هذا النوع من الحاصدات[١٢].

وهناك طريقة أخرى قـد اختبرت بـالتجارب على البصـل السهل التلف وهي قطع المجموع الخضري في الموقع قبل الرفع. وقد تم تصنيع آلـة قطع القمم في الموقع في محطة ايدهـو للأختبـارات الزراعيـة ـ وقد استخـدم فيها أشواك تدار عن طريق عجلة الأرض لرفع القمم الراقدة وبالتالي يمكن نزعهـا بواسطة سلاح دوار[٢٠]. ووجد درول ومساعده[٤] إن السـرعة العـالية للسكين الدوار كانت أكثر فعالية من مضرب أو منجل قطع القمم.

وقد استخدموا مجمعات ثابتة لرفع القمم الراقدة. وفي اختباراتهم كانت عملية قطع المجموع الخضري متجانسة إذا أجريت قبل القطع السفلي أو أي تفكيك للأبصال من التربة ولكن حتى في هذه الحالة يتطلب الأمر إعادة تقطيع للوصول إلى قطع مقبول للقمم الخضراء وللأبصال التي تعرض للبيع طازجة في الأسواق(٤).

# مراجع


1 - Agricultural Statistics, 1976, USDA.
2 - ARMER, A. A. A harvester for Ireland's sugar beets. Agr. Eng., 34:312, 314, May, 1953.
3 - BURKHARDT, G. J., W. L. HARRIS, L. E. SCOTT, and E. G. McKIBBEN. Mechanical harvesting and handling of sweet potatoes. Trans. ASAE, 14(3):516-519, 1971.
4 - DROLL, R. W. R. E. ARMSTRONG, C. G. COBLE, and W. H. ALDRED. Mechanical onion top removal and related harvest practices. Trans. ASAE, 19(6): 1048-1050, 1976.
5 - EATON, F. E., and R. W. HANSEN. Mechanical separation of stones from potatoes with rotary brushes. Trans. ASAE, 13(5): 591-593, 1970.
6 - GLAVES, A. H., and G. W. FRENCH. Increasing potato-harvester efficiency. USDA Agriculture Handbook 171, 1959.
7 - GOODMAN, H. C., and D. D. HAMANN, A machine to field size sweet potatoes. Trans. ASAE, 14(1): 3-6, 1971.
8 - HAMMERLE, J. R. The design of sweet potato during mechanical harvesting. Colorado State Univ. Expt. Sta. General Series 893, 1970.
10 - HATTON, J. R., and W.A. LePORI. Saw topping unit for FMC carrot combing. ASAE Paper 71-118, June 1971.
11 - HAWKINS, J. C. The design of potato harvesting. J. Agr. Eng. Res., 2:14-24n 1957.
12 - LePORI, W., and P. HOBGOOD. Mechanical harvester for fresh-market onions. Trans. ASAE, 13(4): 517-519, 522,1970.
13 - LORENZEN, C., Jr. The development of a mechanical onion harvester. Agr. Eng., 32:13-15, Jan., 1950.
14 - O'BRIEN, M. and R.W. SCHEUERMAN. Mechanical harvesting, handling, and storing of sweet potatoes. Trans. ASAE, 12(2): 261-263, 1969.
15 - POWERS, J. B. The development of a new suar beet harvester. Agr. Eng., 29:347-351, 354, Aug, 1948.
16 - SHEPHERD, J.L. Mechanized peanut production. Georgia Agr. Expt. Sta. Mimeo. Series N.S. 163,1963.

17 - SIDES, S. E., and N. SMITH, Analysis and design of potato-stone separation mechanisms, ASAE ASAE Paper 70-683, Dec., 1970.
18 - STANSELL, J. R., J. L. BUTLER, and J. SHEPHERD. Effect of windrow orientation and exposure times on peanut harvesting damage. Paper presented at ASAE Southeast Region Meeting, Feb., 1970.
19 - STORY, A. G., and G. S. V. RAGHAVAN. Sorting potatoes from stones and soil clods by infrared reflectance. Trans. ASAE, 16(2): 304-309, 1973.
20 - WILLIAMS, L. G., and D. F., FRANKLIN. Harvesting, handling, and storing Yellow Sweet Spanish onions, Idaho Agr. Expt. Sta. Bull. 526, 1971.

# الباب الحادي والعشرون
# حصاد وتداول الفواكه والخضروات

# الباب الحادي والعشرون
# حصاد وتداول الفواكه والخضروات

## ٢١ ـ ١ : مقـدمـة :

إن العديد من محاصيل الخضروات والفواكـه هي منتجات قـابلة للتلف بدرجة عالية ويجب أن يتم حصادها في خلال مدة قصيرة جداً ، ويتم تداولها بعناية إما أن يتم تصنيعها أو تخزينها بالطرق الصحيحة أو استهلاكها بسرعة بعد الحصاد . ونظام الحصاد الميكانيكي الناجح يتطلب وضع نـظام معين وتعاون كبير بين المهندسين ومربي النباتـات، وعلماء وظـائف أعضاء النبـات وعلماء الكيمياء الحيويـة، وعلماء الأغـذية وآخـرون. والحصاد الميكـانيكي للفواكـه والخضروات يعتبر في حقيقته مشكلة مشتركة في أكثر من فرع للعلوم.

وتـربية الأصنـاف وطريقـة إجراء المعـامـلات أثنـاء الـزراعـة والحصـاد الميكانيكي وطريقة التداول والتـدريج والتخـزين والتصنيع هي من المكـونات الأساسية لنظام الحصاد الميكانيكي الكامـل. والصفات الأسـاسية المـرغوبـة للحصاد الميكانيكي هي محصول وفير، أصناف ذات نضج منتظم. ومن أحد الطرق المستخدمة في زيادة المحصول المتوقع للخضروات وبعض محـاصيل الكروم هو زيادة عدد النباتـات في الحقل زيادة كبيرة مقارنة بالمحاصيـل التي تحصد يدويـاً. وزيادة تعـداد النباتـات في الحقل وعـوامل أخـرى ترجـع إلى الحصاد الآلي غالباً ما تملي تغيرات كبيرة في أنظمة الزراعة وطرق التحكم في نمو الحشائش والآفات الأخرى وطرق العناية بالمـزروعات. وقـد يعاد تغييـر

شكل أشجار الفواكه القديمة وربما يعاد النظر في زراعة الأشجار الجديدة للحصاد الآلي وذلك للوصول إلى أكثر الظروف فاعلية لاستخدام معدات الحصاد. وقد تستخدم تعاريش خاصة لنمو الكروم أو طريقة لتربية نبات العنب أو الفواكه التي تستخدم في التعليب. وقد يساعد استعمال المواد الكيماوية الفعالة لتسهيل فصل ثمار الفواكه (أي فصل الثمار من الأفرع) وهي من الطرق المفيدة في كثير من أنواع الفواكه.

والحصاد الميكانيكي قد يؤدي إلى معدل مرتفع جداً في الإنتاج والذي تكون فيه لطرق تداول المواد أهمية كبرى يجب أن تؤدي عملية التداول بطريقة تقليل من التلف الميكانيكي. والحصاد الميكانيكي للفواكه أو الخضروات عادة ما يرافقه كميات كبيرة من المخلفات والمواد المقطعة (غير ناضجة، زائدة النضج وتالفة. . . . . وهكذا) والتي يجب التخلص منها إما في الحاصدة أو في عملية منفصلة. ويجب أن تتغير خطوات خط التصنيع والمعدات المستخدمة لتناسب المنتجات التي يتم حصادها وتداولها ميكانيكياً.

وغالباً ما تمثل تكاليف الحصاد بالآلة للفواكه والخضروات بين ٣٠٪ إلى ٦٠٪ من تكاليف الإنتاج الكلي[٦]. والحصاد اليدوي عادة ما يتطلب أيدي عاملة كثيرة لفترات قصيرة من الوقت، وبالتالي قد يؤدي ذلك إلى زيادة المشاكل الاجتماعية الناجمة عن انتقال وهجرة العمال والأسر. والحاجة إلى الميكنة شديدة لتخفيض ثمن التكاليف ولتعوض عن النقص في إتاحة العمالة المناسبة .

وهناك العديد من الأبحاث التي وجهت في مجال حصاد الفواكه والخضروات، منذ أعوام ١٩٥٠[*] ولقد حققت تقدم ملحوظ في هذا المجال.

(*) المرجع ١٤ يعطي أكثر من ٤٠٠ نشرة بحثية عن حصاد الفواكه والخضروات وتداولها عن الفترة من عام ١٩٥٧ وحتى ١٩٧٠، ونصفها عبارة عن تقارير علمية أو نصف علمية. المرجع ٦ يحتوي على ٥٠ نشرة علمية وتلخص حالة ميكنة حصاد الخضر والفواكه في عام ١٩٦٨ .

ولقد وصلت عمليات الحصاد الآلي إلى مستوى مقبول لعدد من المحاصيل. ومشاكل الميكنة عادة ما تكون مقرونة بالحقيقة أن أنواع كثيرة من المحاصيل لها مواصفات وخواص تختلف اختلافاً واساعاً. وأغلب محاصيل الخضروات والفواكه الصغيرة تتطلب آلية حصاد معينة وفريدة من نوعها. والكميات الممكن تسويقها من هذه الآليات عادة ما تكون محدودة وصغيرة والخواص الطبيعية والهندسية لكل محصول لا بدَّ أن تكون معروفة أو معينة كأساسيات للتصميم .

## ٢١ ـ ٢ طرق الحصاد

بالرغم من أن حصاد بعض محاصيل الفواكه والخضروات يتم بميكنة كاملة إلّا أن البعض الآخر ما زال يتم حصاده يدوياً. وقد استعين بعض مساعدات الحصاد الميكانيكية إلى حدٍ ما في عمليات الحصاد اليدوي ولكنها أظهرت عدم جدواها أو تكاد تكون معدومة الفائدة. وتتمثل مساعدات الحصاد في شكل آليات تحدد وضع العامل بالنسبة للشجرة، ووسيلة نقل ودعم له عند حصاد محاصيل منخفضة الارتفاع أو نقل الثمار المجمعة كل على حدة عند جمعها حملها إلى أوعية الشحن أو المركبات التي تتحرك في الحقل بنفس معدل التجميع.

وعموماً تؤدي مساعدات الحصاد إلى زيادة بسيطة ومعقولة في الإنتاج وهي أحياناً تمثل عبء مبادىء على تكاليف الإنتاج. وعندما يستخدم عدد من العمال نفس الآلة فإن معدل إنتاج العملية كلها يتحدد بأقل العمال سرعة. والآليات التي تخصص لعامل واحد قد تعطي متوسط أكبر في الإنتاج ولكنها أكثر تكلفة لكل عامل عن الآلة التي يستخدمها أكثر من عامل. وعند تطوير ناقلات للعمال للعمل على المحاصيل التي تنمو منخفضة الارتفاع فإنه من الصعب عادة وجود وضع لها والذي يمكن أن يتصف بالراحة والفاعلية .

وقد استخدمت السيور الناقلة الطويلة المدعمة على طول الصفوف فوق النباتات مباشرة وبنجاح معقول في العديد من محاصيل الخضروات. وفي محصول الكرفس ـ مثلاً ـ فإن العمال يقطعون السيقان ويقومون بتقليمها ووضعها على السيور الناقلة ويتم تحويل المنتج إلى طاولة التشغيل للتهذيب النهائي والتغليف أثناء تحرك خط الإنتاج الكلي ببطء خلال الحقل .

وهناك عدة طرق لفصل المحصول استخدمت في الجمع باليد أو الحصاد الآلي، وهي عادة ما تتم بالقطع، الضغط، الشد، الثني أو النزع، اللي أو باستخدام مجموعة من هذه الأفعال معاً . وتعتمد الوسائل التي تمشط أو تنزع المنتج المطلوب من النباتات على الشد المباشر، ولكن يستلزم معها فعل الثني أيضاً . والآليات التي تهز النباتات تخلق قوة فصل ناتجة من عزم القصور الذاتي للجزء المفصول. وقد يدخل فعل الانحناء والالتواء وكذلك الشد المباشر عند تأثير الاهتزاز. وعمليات الحصاد التي ليست بالضرورة تستلزم التلامس المباشر بين جهاز نزع الثمرة أو الفرع وغالباً ما يشار إليها بأنظمة الحصاد الكثيف .

**٢١ ـ ٣: الاختيارية في الحصاد الميكانيكي :**

إن العديد من محاصيل الخضر أو الفواكه لا تنضج بصورة متجانسة ويحتاج الأمر إلى عدة مرات للحصاد للحصول على أعلى محصول وذلك بجمع الثمار الناضجة فقط في كل مرة. وإذا ما تم الحصاد مثل هذا المحصول ميكانيكياً، فيجب إيجاد بعض الخصائص المتعلقة بالنضج والتي يمكن للآلة التعرف عليها .

ففي حصاد الخس آلياً يتم التعرف على النضج باستشعار أبعاد الرأس ومدى تماسكها أو بكل من الحجم والكثافة. وفي حاصدات الأسبرجس الاختيارية؛ تستعمل طول السيقان كأساس لاختيار السيقان التي سوف يتم

قطعها. وفي بعض الفواكه، بما في ذلك معظم الثمار اللبيه التي تحفظ في العلب، فإن القوة اللازمة لقطفها تتناسب عكسياً مع مرحلة النضج. ويمكن أن تتم الاختيارية في الحصاد بهز مثل هذه النباتات بطول مشوار وتردد مناسب. والكنتالوب يمكن فصله بسهولة أكثر عندما يصل إلى مرحلة النضج. وحجم الثمرة ومدى انعكاس الضوء واللون هي خواص أخرى يمكمن الاستفادة منها في الحصاد الآلي الاختياري.

وعادة ما يحدث الاختيار في الحصاد اليدوي بناء على التقييم البصري للحجم، اللون أو الشكل أو مجموعة من هذه العوامل مجتمعة. وفي أغلب المحاصيل يكون من الصعب الحصول على اختيار بواسطة الآلة يقارن بالاختيار اليدوي. وفي حالة ثمار الفواكه الصغيرة (البلاك بيري) - على سبيل المثال - تختار الإلّه الثمار الناضجة على أساس القوة اللازمة للقطف والتي تعتبر أفضل العناصر المعبرة عند النضج وأكثر تعبيراً من اللون (الأساس في عملية الاختيار اليدوي).

والبديل للحصاد الآلي الاختياري للمحاصيل التي لا يتم النضج فيها بصورة متجانسة هو الحصاد الغير اختياري (عادة ما تكون عملية واحدة فقط) وتجمع فيها الثمار أو الخضروات الناضجة والغير ناضجة والزائدة النضج بدون تفرقة بينها. ويجب أن يحدد وقت الحصاد بعناية كبيرة للحصول على أقصى محصول ناضج وقابل للتسويق. ولكن حتى مع أفضل توقيت للحصاد فإن هناك نقص كبير في كمية المحصول مع المحاصيل الغير متجانسة النضج بالمقارنة بالحصاد الآلي الاختياري أو الحصاد اليدوي. إن احتمال الفقد في العائد يجب أن يوازن أمام نقص التكاليف لآلة تحصد مرة واحدة مقارنة بالحصاد المتكرر الاختياري. وآليات الحصاد الغير اختيارية يمكن أن تتعامل مع مساحات محصولية تبلغ عدة مرات أكثر مقارنة بالمساحة التي تعمل عليها

الحاصدات الاختيارية. وإنه لمن المرغوب وجود عدد كبير من النباتات في الحقل للحصاد الغير اختياري للخضروات.

وعموماً فإنه هناك عدد محدود نسبياً من المحاصيل يكون فيه استخدام الحصاد الآلي الاختياري ذو جدوى اقتصادية. والوضع المثالي للحصاد الآلي هو الذي يكون فيه كل أو معظم المحصول جاهزاً للحصاد في وقت واحد. وبعض محاصيل الفواكه والخضروات تقع أوتوماتيكياً في هذه المجموعة. وقد حظى القائمون بتربية النباتات بخطى واسعة في تطوير أصناف متجانسة النضج ومناسبة للحصاد الآلي. وهم مستمرون بالعمل لتحقيق ذلك الهدف في أصناف أخرى من الخضروات والفواكه والتي لا يتم فيها النضج بصورة متجانسة. وطريقة أداء العمليات الزراعية، بما في ذلك استخدام منظمات النمو، يمكن أيضاً أن يكون لها تأثير كبير على التجانس في النضج .

**٢١ ـ ٤ : تداول الفواكه والخضروات :**

قبل منتصف عام ١٩٥٠ كان تداول معظم الخضروات والفواكه يتم في صناديق يتراوح وزنها بين ٩ إلى ٣٦ كيلوجرام [ ٢٠ إلى ٨٠ رطل]، والتي يمكن تحريكها أو رفعها باليد. ونتيجة لارتفاع معدل الحصاد بالآلة في العديد من المحاصيل فإنه عادة ما تكون هذه الصناديق الصغيرة غير عملية. وعلى سبيل المثال، وفي آلة حصاد الطماطم، قد يكون إنتاجها في وقت قصير حوالي ٢٧ ميجاجرام/ هكتار [٢٠ طن /هكتار]،والتي تعادل ٤٥٤ كيلوجرام/ دقيقة [١٠٠٠ رطل/ دقيقة]. فهز الأشجار عادة ما يتطلب تداول عدة مئات من الكيلو جرامات من الثمار في الدقيقة. وبالتالي فإن الحاجة إلى نظام للتداول المناسب ماسة وكبيرة في هذه الحالات للحصول على أعلى إنتاجية .

ومنذ عام ١٩٥٠ فإن الأبحاث والخبرة أوضحت أنه ممكن تداول الخظروات والفواكه عند الحصاد في صناديق كبيرة وبأعماق كبيرة وبدون

حدوث تلف للثمار أكثر من الذي يحدث في الصناديق الصغيرة وفي بعض الأحيان بتالف أقل . وتختلف أقصى أعمال مسموح بها بعض الشيء ويعتمد على الصفات الطبيعية للثمار وظروف طريقة النقل، ونوع جهاز امتصاص الصدمات في الشاحنات ومسافات النقل[٦] .

ونتيجة للأبحاث التي أجريت على خواص التداول فقد تم وضع مواصفات قياسية بجمعية الهندسة الزراعية الأمريكية (ASAE) والتي حددت الأبعاد الكلية لمقطعين من الصناديق وهي ١٢٠ × ١٢٠ سنتيمتر و ١٢٠ × ١٠٠ سنتيمتر [٤٧,٢٥ × ٤٧,٢٥ بوصة و ٤٧,٢٥ × ٣٩,٣٧٥ بوصة]. على أن تتاح بارتفاعات كلية قدرها ٧٢ سنتيمتر و ١٣٣ سنتيمتر [٢٨,٣٥ بوصة و ٥٢,٣٦ بوصة] لكل مساحة مقطع. وهذه الارتفاعات تعطي عمق داخل الصندوق حوالي ٦١ سنتيمتر و ١٢٢ سنتيمتر [٢٤ بوصة و ٤٨ بوصة] في الصناديق المصنوعة على شكل طبقات. ولأسباب عديدة أخرى قد تستخدم صناديق ذات أبعاد أخرى ١٢٠ × ١٢٠ × ٧٢ سنتيمتر والتي تسع حوالي ٤٥٠ كيلوجرام [١٠٠٠ رطل] من الفواكه أو الطماطم .

معظم الفواكه والخضروات يتم تداولها جيداً في صناديق ذات أعماق تتراوح بين ٤٦ إلى ٦١ سنتيمتر [١٨ إلى ٢٤ بوصة][٦]. وكثير من الخضروات وبعض من الفواكه المتماسكة يمكن أن تتحمل أعماق تصل إلى ١٢٢ سنتيمتر [٤٨ بوصة].ويتم تداولها بكفاءة أكثر في صناديق بأعماق أكثر من ذلك[٦]. وقد أوضحت الاختبارات أنه عند النقل فإن تأثير تسارع الثمار المنفردة يكون أكثر في الطبقات العليا من الصندوق مقارنة بالطبقات السفلى منه[٣٠]. ونتيجة لمحصلة الاتداء أو التدحرج فإن الطبقة العليا غالباً ما تتعرض لأكبر تلفيات النقل. وقد تتلف الثمار الموجودة في الطبقة السفلى بالتصادم مع قاع الصندوق إذا لم يستخدم مادة واقية من التصادم أو قد تتلف بفعل قوة الضغط إذا كانت الثمار طرية .

والصناديق أو العبوات الأخرى لا بد أن تكون على مستوى جيد لحفظ جودة الثمار للمحصول معين. وفي محصول الكريز، على سبيل المثال، يجب أن يبرد إلى درجة حرارة من ١٠ إلى ١٣ مئوية (٥٠° إلى ٥٥° فهرنهيت) في خلال ٣٠ دقيقة بعد الحصاد[٦]. وللحصول على ذلك فإن الحاصدة تضع الثمار في عبوات مانعة لنفاذ الماء وممتلئة جزئياً بالماء البارد. وفي بعض الفواكه والخضروات فإن العبوة قد تحتوي على (شقوق أو منتجات أخرى في القاع) لتسهيل الغسيل وتصفية المياه بعد التبريد وكذلك للتهوية اللازمة لإجراء التبريد أو الإنضاج. . إلخ.

ومعظم الحاصدات الآلية تستخدم إما عبوات أو أحمال كبيرة في مقطورات أو شاحنات مسطحة. ونظام العبوات يعطي مرونة أكثر فيما يختص بالتخزين المؤقت في مصانع الأغذية. وفي الحصاد اليدوي للثمار التي تعرض طازجة في الأسواق فإنه عادة ما يستخدم صناديق إلى النقل لمكان التعبئة ولكن لا بدَّ من العناية الجيدة في تعبئة وتفريغ الصناديق لتفادي حدوث التلف بالتصادم.

واستخدام الصناديق قد يتطلب تطوير نوعية من المعدات المشاركة من التداخل وتشمل مقطورات خاصة للصناديق للاستخدام الحقلي والروافع الشوكية المثبتة على الجرارات، وآليات التحميل في جانبين ووسائل جمع العينات لتعيين الجودة ومالئات ومفرغات الصناديق. . . إلخ.

وتقليل التلف في الفواكه والخضروات الغضة السهلة الخدش يعتبر مهماً عند تصميم الحاصدات ومعدات التداول المصاحبة لها. وعلى سبيل المثال فإن المشمش والطماطم يمكن أن تتلف من عملية سقوط واحدة من مسافة أكثر من ٢٣ سنتيمتر (٩ بوصة) على سطح متماسك أو أكثر من ٤١ سنتمتر (١٦ بوصة) على ثمرة أخرى (٢٩). إن عدد مرات ومسافة السقوط الرأسية والتي تحدث عند نقط التحويل في السيور الناقلة أو في عمليات ملء الصناديق يجب

أن تقلل إلى الحد الأدنى له. والسيور الناقلة يجب أن تكون عريضة وتعمل على سرعات منخفضة التي لا يمكن تجنب حدوث تصادم عندها. ومن المرغوب فيه توفر وسائل تعمل على تباطيء حركة الفاكهة على السير وأيضاً على خفض مستوياتها لتوصيلها إلى صناديق التعبئة عند مستوى الملىء وعلى سرعة منخفضة[٢٩] .

## ٢١ ـ ٥ حساب الجدوى الاقتصادية للحصاد الآلي

إنَّ الهدف الأساسي من الحصاد الآلي هو تخفيض العمالة المطلوبة وزيادة العائد للمزارع وذلك عن طريق خفض التكاليف. وبالرغم من أنه ليس من الضروري دائماً خفض التكاليف، فإنه من غير المحتمل أن يتبنى نظام الميكنة إذا قل العائد بدرجة كبيرة . وقد يميل المزارع إلى استخدام العمالة اليدوية طالما أنها موجودة ويلجأ إلى الحصاد الآلي كحل أخير .

والحصاد الآلي غالباً ما يسبب قلة في قيمة المحصول المحصود لكل هكتار بالمقارنة بالحصاد اليدوي وخاصة في الحصاد الاختياري للمحاصيل التي لا تكون متجانسة عند نضجها أو في حصاد المحاصيل السهلة التلف . وانخفاض القيمة قد يحدث نتيجة لانخفاض كمية المحصول، الفواقد الحقلية أو الانخفاض في الجودة وهذه العوامل بالإضافة إلى تكلفة الحصاد اليدوي، تكلفة الحصاد الآلي يجل أن تؤخذ في الاعتبار عند عمل المقارنة الاقتصادية. والعلاقة العامة للتكاليف هي :

$$N = H - M - L\,G \qquad (٢١ - ١)$$

حيث :

N = الزيادة في الدخل نتيجة للحصاد الآلي بالدولار للهكتار.

H = التكاليف الكلية للحصاد اليدوي، بالدولار لكل هكتار لكل سنة .

M = التكاليف الكلية للحصاد الآلي، بالدولار لكل هكتار لكل سنة .

ويشمل ذلك تكلفة الآلة الثابتة وتكلفة تشغيل الآلة وتكلفة العمالة .

G = العائد الكلي أو قيمة المحصول الناتج من الحصاد اليدوي، بالدولار للهكتار.

L = معامل الفقد = الانخفاض في العائد الكلي أو قيمة المحصول كنتيجة استخدام الحصاد الآلي معبراً عنه بكسر عشري من G .

وعند نقطة التعادل بين التكاليف والعائد والتي تعرف بالحالة التي تكون عندها N = صفر تصبح المعادلة (٢١ ـ ١)

$$H - M L_e G = 0$$

حيث : $L_e$ = معامل الفقد عندما تكون N = صفر.

وعندما تتساوى التكاليف مع العائد يكون معامل الفقد هو :

$$L_e = \frac{H - M}{G} \qquad (٢١ - ٢)$$

والنسبة المحصولية لنقطة التعادل والتي يرمز لها بالرمز R تصبح مساوية إلى $(l - L_e)$ .

ومن المعادلة ٢١ ـ ١ يتضح أن نسبة الفقد التي يمكن تحملها ترفع مباشرة إلى مقدار الانخفاض في تكاليف الحصاد وتتناسب عكسياً مع قيمة المحصول .

وعندما يشمل نظام الحصاد الآلي نظام لتداول وتصنيف وتدريج طرق تصنيع والتي قد تختلف عن تلك العمليات المستخدمة في الحصاد اليدوي فيجب أن يقارن النظام كله بنظام الحصاد اليدوي الذي يحقق نفس النتائج . وكل عامل من العوامل المذكورة في المعادلات السابقة سوف يصبح مجموعاً كلياً لمكونات النظام . وفي إحدى اتجاهات تحديد الجدوى الاقتصادية لنظام حصاد إلى مقترح أو موجود فإنه يتم حساب تكلفة الآليات والعمالة (M)،

معتمدة على عوامل تكلفة مقدرة أو معروفة، (انظر الباب رقم ٢) .

وقد يجري هذا الحساب لأقصى مساحة والتي يمكن أن يتوقع لآلة واحدة أن تتعامل معها بصفة خاصة ، لمساحة تقع في مدى مقدرة سعة الآلة، أو من المفضل أن يكون كدالة للمساحة المحصولية المنزرعة. ويجب استخدام اثنين أو أكثر من الآلات للمساحات المحصولية الأكبر من سعة آلة واحدة. وتكلفة الحصاد اليدوي H وقيمة المحصول المحصود يدوياً عادة ما تكون متوقعة وبعد تحديد قيم H,M و G يمكن تحديد أقصى انخفاض مسموح به في قيمة المحصول نتيجة لاستخدام الحصاد الآلي (بدون خسارة في العائد الكلي) من المعادلة ٢١ ـ ٢ . وإذا كان معامل الفقد للآلة معروفاً من الاختبارات (أو أمكن فرض قيمة له)، فإن تأثير الحصاد الآلي على الربح يمكن التنبؤ به من المعادلة ٢١ ـ ١.

وفي مقارنة بين آليات الحصاد الاختيارية والغير اختيارية لمحصول معين، فإنه من الضروري اعتبار تأثير عدد مرات الحصاد على معامل الفقد. إن الحصاد الآلي الاختياري لبعض المحاصيل يقلل معامل الفقد مقارنة بالحصاد الغير اختياري، ولكن في حالات كثيرة تكون الزيادة نتيجة لزيادة عدد مرات الحصاد بدون أي تأثير في قيمة المحصول.

وفي اتجاه آخر، يطبق خصيصاً على الأنظمة المقترحة[١٠]، فإن معامل الفقد المتوقع وعوامل تكلفة الآلة يمكن فرضها بناء على الخبرة المكتسبة على محاصيل مشابهة. وباستخدام هذه القيم ومعرفة قيمة H و G فإن معدل الحصاد المطلوب عند N = صفر (نقطة التعادل) لا يتم حسابه. وفي حالة حساب معدل حصاد مرتفع بطريقة غير منطقية فإن هذا يضع علامة استفهام حول مدى الجدوى الاقتصادية تحت الظروف المفروضة. وقد قام فريدلي، وأدريان[١٠] بعمل نموجرام للمساعدة على الحل بهذه الطريقة وقد لحظا المعلومات المطلوبة لعدد من محاصيل الخضروات والفواكه في كاليفورنيا.

# حصـاد الفواكـه

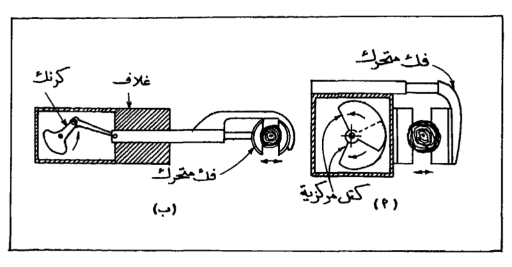
**٢١ ـ ٦: الهزازات الميكانيكية للأشجار:**

الأساسيات النظرية التي تـدخل في عمليـة حصاد الفـواكه (أو النقـل) بـواسطة الهـز هي إكساب كـل ثمـرة عجلة وعليـه فـإن القـوة المؤثـرة عليهـا (F=ma) تكـون أكبر من قـوة الربط بين الثمـرة والشجرة وجني الجـوز واللوز بواسطة الهز الميكانيكي أصبح شائـع الاستعمال في عـام ١٩٤٠ . والتطويـر والتطبيق العام لهزازات الأشجار في الحصاد الآلي للفواكه قد بدأ في منتصف عام ١٩٥٠[٩] .

والهزازات ذات الكابـل المثبتة على الجـرارات والهزازات ذات الأذرع الثابتة المشوار والخبطات التصادمية ذات الذراع قد تم تطويرها جميعاً لحصاد محاصيل النقل. وآليات الخبط التصادمي ما زالت تستخدم إلى حد كبير على أشجار اللوز المعمرة وذلك لأن هذه الأشجار كبيرة وقوية إلى حد ما. والخبط التصادمي يتم عن طريق تصادم محوري أو نبضات بواسطة وسائل ميكانيكية أو هوائية أو هيدروليكية بدلاً من استخدام حركات ترددية مستمرة. وتستخدم نهاية ذراع مبطنة تدفع بـرفق ضد السـاق والذي بعـده تعرض الشجـرة السلسلة من الاضـطرابات المتعـددة. ويربط ذراع الهـزاز ذي المشـوار الثـابت إلى سـاق الشجـرة ويتم تحريكـه بفعل عمـود مرفق يـركـب على الجـرار أو وحـدة دفـع أخرى .

وقد تم تطوير الهزازات التي تعتمد على قوى القصور الذاتي في نهاية أعوام ١٩٥٠ وقد حلت محل الهزازات ذات المشوار الثابت على مجال واسع فيما عدا أشجار الجوز الكبيرة. وفي الهزازات التي تعتمد على القصور الذاتي فإن القوة المؤثرة تأتي من اكساب عجلة الكتلة مترددة أو من كتلتين تدورين عكس بعضهما. وكلا النوعان الموضحان في شكل ٢١ ـ ١ يعطيان تغييراً في القوة يتبع منحنى جيبي أو مشابه ذلك. وعندما يتم ضبط الكتل الدوارة كما هو موضح ، فإن مركبات القوى الطاردة المركزية العمودية على محور الذراع تلغي كل منها الأخرى . (العلاقات بين القوى موضحة في شكل ١٤ ـ ٨ ب لكتلتين جانباً إلى جانب). ومع نظام عمود المرفق (كرنك) والمنزلق فإن ترد الغلاف (المبيت) والأجزاء المقادة تعطي القوة المؤثرة .

ويوصل هزاز القصور الذاتي مع بناء التثبيت من خلال علاقات مرنة وبذلك يتم عزل الاهتزازات ويستخدم موتور هيدروليكس للتشغيل .




**شكل ٢١ ـ ١ . تركيبتان لهزازات القصور الذاتي**
**أ ـ كتل لا مركزية دوارة. عادة ما تكون الكتل الدوارة على نفس المحور وواحدة فوق الأخرى كما هو موضح .**
**ب ـ تركيبة عمود المرفق (الكرنك) والمنزلق .**
**(R. B. Fridley and P. A. Adrian[9])**

وعندما يكون التردد المؤثر كبير بالنسبة للتردد الأساسي لمكونات الشجرة (وعادة ما تكون هي الحالة الواقعية)، فإن المشوار عند منطقة الربط بالشجرة يمكن حسابه من العلاقة الآتية[٩] .

$$s = \frac{2\,r\,W}{W_s + W_t} \qquad (٢١ - ٣)$$

حيث أن :

s = المشوار عند منطقة الربط بالشجرة .

r = مقدار الإزاحة اللامركزية للكتل الغير متزنة «نصف قطر عمود المرفق (الكرنك) في نظام عمود المرفق والمنزلق» .

W = الكتلة الكلية الغير متزنة .

$W_t$ = كتلة الشجرة المؤثرة ومكوناتها التي تهتز (ساق أو شجرة) .

$W_s$ = كتلة الهزاز الكلية وتشمل الكتلة الغير متزنة .

وقد أوضحت الاختبارات أن المشوار الفعلي يتأثر إلى حدٍ ما بمقدار التردد، وبموقع نقطة الربط على الساق، وقد يتغير في حدود ± ٣٥٪ من القيمة المسحوبة[٩] .

وقد يتم توصيل الهزازات التي تعمل بقوى القصور الذاتي بالجزع لهز الشجرة كلها أو بكل فرع رئيسي لهز جزء من الشجرة في كل مرة. وعادة ما تكون كتلة الشجرة الفعالة $W_t$ بين ٢٧٤١٩ كيلوجرام في المتوسط [٢٠ إلى ٦٠ رطل] لأفرع ذات القطر من ٥ إلى ١٥ سنتيمتراً [٢ إلى ٦ بوصة]، ٣٦٠ إلى ٤٥٠ كيلوجرام [٨٠٠ إلى ١٠٠٠ رطل] للجزوع ذات أقطار من ١٣ إلى ٢٨ سنتيمتر [٥ إلى ١١ بوصة].

وهـزازات الجزع أسـرع من هزازات الفـرع لسهـولـة الـربط حيث يتم التـوصيل في مـوضع واحـد للشجرة. وتتـرك مسافـة على الأقـل ٤٥ إلى ٦٠ سنتيمتـر[ ١$\frac{1}{2}$ إلى ٢ قدم] من الجـزع الخالي من الأفـرع وتحت أوطى فرع للربط . وهزازات الجزع تعمل بطريقة جيدة في الأشجار القوية ولا تكون مؤثرة في حالة الأشجار المنعدمـة الجزوع، وذلـك لأنه يحـدث إخماد لـلاهتزازات أساساً من الأوراق[١٩]، كما يحدث عزل للاهتـزازات بسبب الأفرع الملتـوية حيت تمتص معظم الطاقـة قبل أن تصـل إلى الثمار. وهـزازات الفروع تعتبـر متعددة الاستعمال أكثر من هزازات الجزوع وفعالة أكثر حيث يتـطلب مشاويـر طـويلة للاهتـزازات كما في حـالة الأشجـار المتفرعـة مثـل أشجـار المـوالـح والزيتون .

وهـزازات الجزوع عـادة ما تستخـدم كتل دوارة (شكـل ٢١ ـ ١). وفي بعض التصميمات فإن الفرق في السرعـة بين كل من الكتلتين يغيـر باستمـرار اتجاه أقصى عدم اتزان، وبالتالي يعطي هـزاً إضافيـاً في جميع الاتجـاهات. وهزازات الأفرع عـادة ما يكـون لها نـظام ميكانيكي ذو مـرفق ومنزلق (شكـل ٢١ ـ ب) وذلك لأن حجمها أقل من نظام الكتل الدوارة . .

والأرقام النمطية لترددات التشغيل تتراوح بين ٨٠٠ إلى ٢٥٠٠ دورة في الدقيقة لهزازات الجزوع و ٤٠٠ إلى ١٢٠٠ دورة في الدقيقة لهزازات الأفرع. وبعض الأنواع الأخرى لها سرعات اهتزاز أعلى من ذلـك. وعمومـاً فإن تـردد الاهتزاز الطبيعي للجزوع عادة ما يكون منخفضاً مقارنـاً بتردد الهـزازات حيث تتراوح قيمه من ٣٠ إلى ٧٠ دورة في الدقيقة[٩]. وطول المشوار اللازم لفصل فـاكهة الأشجـار المتساقـطة الأوراق والنقل غـالباً مـا يكون بين ٩,٥ إلى ١٩ ملليمتر [٨٣ و ٤,٣ بوصة] لهزازات الجزوع و ٣٨ إلى ٥١ ملليمتر [$\frac{1}{2}$ إلى ٢ بوصة] لهزازات الأفرع .

وعمل عدة دفعات قصيرة من الاهتزازات (مثلاً كل ٥ ثواني) يميل لأن يعطي تردد اهتزازي متغيرة كما تعمل على خلق ظروف انتقالية تؤثر على الفاعلية. وعادة ما يتم الحصول على ٩٠ إلى ٩٥٪ من الثمار من معظم الأشجار، يشمل هذا أشجار البرقوق والكريز والخوخ والمشمش والتفاح. والأخريات مثل الزيتون وبعض الموالح تعتبر صعبة الحصول عليها بالهز .

ويتم فتح وقفل ماسكات الأشجار هيدروليكياً. والتي يجب أن تصمم بعناية كافية وتبطن وتستخدم بعناية خاصة لتفادي أي تجريح في الجزع والتي قد تؤدي إلى الإصابة بالأمراض وحدوث تلف دائم للشجرة[٩] . والتبطين يجب أن يكون مرناً بالقدر الكافي لكي يأخذ شكل الجزع أو الفرع بسهولة وكذلك يجب أن يكون متماسكاً بالقدر الذي يسمح لنقل حركة الهزات. ويجب تقليل الأحمال المماسة للجزع لأقل قدر ممكن بينما توزع الأحمال القطرية على مساحة كافية حتى لا تزيد عن القوى القصوى التي يمكن أن يتحملها لحاء الشجرة. ومثالياً، يجب أن توصل الهزازات عمودياً على الأفرع أو الجزوع. والجروح التي كانت تحدث في لحاء الأشجار قد تم التخلص من جزء كبير منها يتحسن تصميم الملساكات واستخدام الآلة بعناية[٩] .

### ٢١ ـ ٧: الحصاد بالهز والجمع :

توجد وحدة الجمع مع آليات الحصاد التي تعمل بالهز والجمع وهذه الوحدة لها سطح يمتد تحت الشجرة ويغطي معظم أو كل المساحة التي تغطي بالشجرة وهذا السطح عادة ما يكون مائل في اتجاه سير ناقل، بينما يكون لبعض الوحدات وعاء كبير يدفع المحصول على سير ناقل. وفي تركيبات أخرى تتطلب حد أدنى من خلوص رأسي ولكن عمالة أكثر، لها قطع من قماش ومن الكتان، يتم فردها حيث تتقارب من بعضها في اتجاه سير ناقل للتحميل.

وبعض وحدات التجميع تكون على شكل شمسية مقلوبة، ومن النوع

الملفوف على بعضها، ولكن معظم الأنظمة تتكون من وحدتين للجمع، واحدة على كل جانب من جوانب الشجرة. ويمتد بين هذين الوحدتين قطاعات تضيق عرضياً على طول الحافة الداخلية لواحدة أو كلا الوحدات لتسمح بالأحكام حول جزع الشجرة. ويتم التجميع من السير الناقل إلى صناديق التعبئة التي تحمل على وحدات التجميع. وعند حصاد الفواكه سريعة الخدش فإنه يلزم وضع وحدة مخفف للسرعة والتي تمتد إلى الصندوق وترتفع أوتوماتيكياً عندما يمتلىء الصندوق.

ووحدة التجميع المزدوجة غالباً ما تكون ذاتية الحركة، وفي بعض الحالات يمكن توجيهها من الأمام أو الخلف. والقدرة على المناورة تعتبر مهمة في هذه الآليات وذلك لأن للوقت الكلي اللازم للعمل لكل شجرة هو ١ إلى ٢ دقيقة فقط. يجب أن يلاحظ أن التوجيه الأمامي والتوجيه الخلفي لا يحسن بالضرورة من المناورة إذا ما كان معوقاً للعامل.

عادة ما يثبت مع كل وحدة تجميع هزازين للأفرع من النوع الذي يعمل بقوى القصور الذاتي (واحد على كل وحدة) أو هزاز واحد للجزع. وغالباً ما يدمج مع النظام وحدة للتدريج للتخلص من الثمار الصغيرة الحجم. وغالباً ما تشمل النظام وحده للتخلص من بقايا النباتات، كوحدة دفع هواء. وإذا كان المطلوب قدراً بسيطاً من التدريج اليدوي فعادة ما يتم بعدد من العمال يتراوح بين ٢ و ٣ موجودين على وحدة التجمع.

وأسطح التجميع الرئيسية عادة ما تصنع من قطع من القماش المشدود. والتصميم الجيد لها يقلل من ارتداد الثمار عليها[١١]. وإنه من الضروري عمل تبطين جيد لجميع الأسطح الصلبة وموجهات الثمار لتفادي حدوث تلف في الفواكه سهلة الخدش. إن تصادمات الثمار فوق بعضها يسبب تلفاً كبيراً لها وهذا التلف يمكن تقليله بتعليق اثنين أو أربعة طبقات من مخفضات السرعة.

حيث توضح بطريقة متبادلة فوق أسطح التجميع وعلى الأقل فوق المساحة التي يتوقع أن يتركز فيها تجميع الثمار. وتستخدم أنابيب من المطاط الصناعي ( نيوبرين Neoprene) بقطر خارجي ٦٠ ملليمتر [٢ ٣/٤ بوصة] والمسافة بينها ١٩٠ ملليمتر [٧ ١/٢ بوصة] في كل ثلاث طبقات حيث أدى إلى نتائج جيدة في محصول الخوخ[١١]. وقد تستخدم شرائح من النسيخ في بعض الآليات حيث تعتبر أقل تكلفة.

ومن الأهمية الكبرى في الحصاد هي عملية التقليم. وتشكيل الشجرة بالقدر المناسب حتى يقلل من فرصة ارتطام الثمار بالأفرع أثناء سقوطها (مسبباً تلفاً للثمار)، كما أنه يؤدي إلى تحسين طريقة جمع الثمار ويسهل من تحرك واستخدام الآليات[٦،١١] .

وقد تم محاولة للحصاد الاختياري لجزء من الثمار على شجرة واحدة بطريقة الهز والجمع ولكنها لم تكن عملية. وبناءً عليه فإنه من المرغوب جداً التجانس في النضج وكذلك من الضروري ضبط التوقيت المناسب للحصول على أقصى محصول جيد من الثمار الناضجة. من الممكن اختيار شجرة لحصادها دون الأخرى تحت ظروف معينة[٢١] .

**٢١ ـ ٨: ميكنة حصاد أشجار الفاكهة :**

تعتبر طريقة الهز والجمع هي النظام الواحيد الآلي المستعمل إلى حدٍ ما في أشجار الفواكه المتساقطة الأوراق. والعامل الوحيد المحدد لاستخدام هذه الطريقة هو التلف الذي قد يصيب الثمار التي تدخل في التصنيع، وإنه يجب أن يتم فور الحصاد أو بعده بأيام قليلة. وحتى عند ذلك فيجب أن يكون التلف لا يتعدى في كونه ظاهرياً لتجنب تقليل جودة المنتج من الثمار. وهناك نسبة عالية من الكريز المستخدم في الحلويات والبرقؤق يتم حصادها آلياً ، كما أن استخدام طريقة الهز والجمع في الخوخ قد زادت بطريقة مطردة منذ عام

١٩٦٩ . ويعتبر الاختلاف في مرحلة النضج هو من أهم المشاكل التي تعيق الحصاد الآلي في محصول المشمش ولكن الحصاد الاختياري لشجرة دون الأخرى قد يحسن من الأداء[٦،٢١] .

والتفاح من الثمار السريعة التأثير بالتلف نتيجة الصدمات، وقد كانت تكاليف الحصاد الآلي في آخر أعوام ١٩٦٠ أعلى من الحصاد اليدوي[٦]. ولا يتم حصاد الكمثري ميكانيكياً حتى ولو كانت سوف تستخدم في التصنيع وذلك لأن البقع البنية الناتجة من الصدمات لا يمكن التخلص منها بعمليات التصنيع .

وتعتبر عملية حصاد الزيتون بطريقة الهز صعبة وذلك لأن الثمار صغيرة والقوة اللازمة لفصلها كبيرة كما أن الأفرع الكثيرة للأشجار تعيق وصول الهزات إليها. والفصل الفعال للثمار قد يتطلب أحداث مشوار نسبياً للهز ولكن قد يؤدي ذلك إلى تكسير في عدد كبير من الأفرع. وفي الاختبارات التي أجريت في كاليفورنيا مع هزاز صمم خصيصاً لهز الأفرع أدى إلى أنه في حالة التحكم الجيد في إجراء العملية تم فصل ٨٠ إلى ٩٠٪ من الثمار بدون تلف كبير للشجرة[١٢]. وعموماً أوضحت هذه الاختبارات أنه يوجد مجالاً مرغوباً فيه من طول المشوار والتردد حيث يتراوح بين ٧٦ ملليمتر [٣ بوصة] عند ١٠٠٠ دورة في الدقيقة إلى ٣٨ ملليمتر[ $1\frac{1}{8}$ بوصة] عند ٢٠٠٠ دورة في الدقيقة. ومتطلبات القدرة الناتجة تكون أكبر بعدة مرات من القدرة اللازمة لهز معظم أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق[١٢] .

وتعتبر الموالح هي أشجار الفواكه الأساسية في الولايات المتحدة ولكنها من الأشجار الصعبة في حصادها الآلي. وقد تم تركيز مجهودات الأبحاث في اتجاه الحصاد الآلي منذ عام ١٩٦٠[٦] . وقد تم تطوير هزاز للأفرع يعمل بالقصور الذاتي خصيصاً للموالح في ولاية فلوريدا وقد أعطى أداء مرضي

للموالح التي يتم تصنيعها، حيث تم فصل ٩٠٪ أو أكثر من الثمار[٨]. وقد تم الحصول على أحسن النتائج عند استعمال مشاوير اهتزاز طويلة نسبياً ٢٠٣ ملليمتر[٨ بوصة]عند أقصى تردد قدره ٢٢٠ دورة في الدقيقة[٨، ٢٦] .

وفي طريقة أخرى للحصاد بكميات كبيرة والتي تم بحثها في أشجار الموالح هي استخدام تيار من الهواء المتأرجح لهز الأفرع. وفي إحدى التصميمات يندفع الهواء بسرعة ١٦٠ كيلومتر / ساعة [١٠٠ ميل/ ساعة] من فتحتين متجاورتين عرض كل منهما ٢٥٤ ملليمتر [١٠ بوصة] وبارتفاع ٦,١ متر [٢٠ قدم]، ويوجه ناحية جانب واحد من الشجرة عندما تتحرك الآلة على جانب صف واحد من الأشجار وبسرعة حوالي ٠,٤ كيلومتر/ ساعة[ $\frac{1}{4}$ ميل/ ساعة][٣٧]. ويوجد موجه للحركة مركب على فتحة الخروج يتحرك ميكانيكياً لتغيير اتجاه الهواء بتردد قدره من ٦٠ إلى ٧٠ دورة/ دقيقة. ويعتبر هذا النظام مرضي وذلك لارتفاع سعته عند الحصاد. وتختلف نسبة الثمار المحصودة بهذا النظام اختلافاً واسعاً وتتراوح بين ٦٠٪ إلى ٩٠٪ وقد تكون أعلى من ذلك[٣٧]. والقدرة المطلوبة لهذا النظام تكون عالية كما يقترن بها بعض التلف للأوراق .

وقد تم تطوير مواد كيماوية تعمل على تقليل القوة اللازمة لفصل الثمار والتي قد تحسن من أداء كل من الهزازات الميكانيكية أو هزازات دفع الهواء ولم يعتبر أي من هذين النظامين مرضي لحصاد الفواكه التي تباع طازجة في الأسواق وذلك لحدوث تلف كبير في الثمار. وميل الاتجاه إلى تصنيع نسبة عالية من محصول الموالح يجعل من أنظمة الحصاد بكميات كبيرة أمراً مجدياً عما كانت عليه في بداية عام ١٩٦٠ .

وكلاً من النظامين السابقة ذكرهما يحدثان انخفاض كبير في المحصول عند استخدامهما على محصول البرتقال الحديث من صنف (Valencia orange)

أو الليمـــون وذلـك لأن محصـــول السنـة التـاليـة يكـون قـد بـدأ في النمـو جزئياً عند الحصاد وقد يتم فصل الثمـار الصغيرة بفعـل الهز. وقـد تم تشغيل أنظمة ابتدائية لهزازات الأفرع الآلية وهزازات الأفرع بدفـع الهواء على نـطاق تجاري ضيق في فلوريدا في عام ١٩٦٨ ـ ١٩٦٩ وباستخدام إطارات للتجميع أو آلة أرضية ميكانيكية لتجميع الثمار[٦]. وقد تم إنتاج آلة التقاط خاصة لجمع ثمار البرتقال في فلوريد[٢٧].

**٢١ ـ ٩: آلات توجيه العمال لحصاد أشجار الفواكه:**

الفـواكه التي تبـاع طازجـة في الأسواق كمـا في حالـة الكمثري سـواء لأغراض التصنيع أو للبيع طازجة، يتم حصادها يدوياً لتقليل خدشها. وتستخدم في بعض الحالات آلات لتوجيه العمال كمسـاعدة في الحصـاد وذلك أسـاساً لتقليل الوقت الغير منتج للعامل وبالتالي زيادة إنتاجيته. وعمومـاً، آلية التـوجيه لعامل واحد عادة ما تكون ذاتية الحركة ويتحكم فيها من مكان الجمع وقـادرة على إعطاء وضع للعامل في ثلاثة اتجاهات. ولم تلق هذه الآلات نجاحاً كبيراً وذلك لزيادة التكاليف بالنسبة للعامل الواحد، ولمقدار الإعداد الحقلي الكبير الـذي تحتاجـه وللزيادة الصغيـرة نسبياً في الإنتـاجية (في حـدود من ٢٠ إلى ٢٥٪)[٦].

والنظام الذي أوضح أن له مستقبل جيد كحـل وسطي للميكنـة، وعلى الأخص في حصاد الكمثري، يتطلب طريقة خاصة في الزراعـة و/ أو تدريب خاص لتكوين صفوف مستمرة مكثفة وبسمك لا يتعـدى ١,٨ متر [٦ قـدم]. وتتحرك آلة ذات منصات جمع متعددة باستمرار بين صفين حيث يقوم العمـال بجمـع الفواكـه التي على جوانب الصفين. وتـوضع الثمـار على وسائـل نقل موجودة في متناول العمال وينقل الثمار إلى صناديق محمولة على الآلة وبتواجد العمال على ارتفاعات مختلفة، ويجمع كل منهم الثمار من ارتفاع يتراوح بين ٠,٩ إلى ١,٢ متر [٣ إلى ٤ أقدام].

وأحد نماذج التجارب لآلة لها سلم على أحد الجوانب والذي يسمح ببعض الحركة للعمال لضبط موضعه حسب كثافة الثمار[١٣] . وهذه الآلة يعمل عليها مجموعة من العمال تتراوح بين ٩ إلى ١٣ عامل. وفي اختبارات أجريت على صفوف من أشجار الكثمري أوضحت أنه يمكن زيادة إنتاجية العامل إلى حد يصل بين ٥٠ إلى ٨٠٪ بالمقارنة مع طريقة السلم والجمع باليد وهذه هي الفائدة الكبيرة لوحدة منصات الجمع والتي تم التحقق منها عند استخدامها مع العمال عديمي الخبرة .

ومنصات الجمع والأنواع الأخرى من آلات توجيه العمال تقلل من تكاليف الحصاد ولكن التوفير في العمالة هو قليل جداً لكي يصبح معنوياً في حالة الندرة الشديد في العمالة .

**٢١ ـ ١٠ حصاد العنب:**

تعتبر عملية ميكنة حصاد العنب من العمليات المعقدة وذلك للاختلافات الواسعة في المواصفات وخواص الأصناف، طرق الزراعة، طبوغرافية الأراضي واستخدام الثمار. وعمل الكرمات والتعاريش تعتبر عملية مكلفة وضرورية في أحوال كثيرة. وقد بدأت برامج الأبحاث على الحصاد الآلي في محطات التجارب في كاليفورنيا وكورنل (نيويورك) في الخمسينات. وكان أول كمية كبيرة حصدت آلياً بآليات متاحة في الأسواق كان في عام ١٩٦٨ حيث استخدمت حوالي ٣٠ حصادة[٦]. وكان هناك عدة أنواع متاحة من مصانع مختلفة في عام ١٩٧١ . وجميع الأنواع الحالية تستعمل الصدمات أو الهز لفصل العناقيد أو حبات العنب بفعل القصور الذاتي. وأغلبها تعمل على جانبي الصف وذاتية الحركة ولكن يتواجد أيضاً النوع المقطورة فيها. وبعض الآلات لها صادمات ذات مشوار رأسي أو هزازات والبعض الآخر له أجهزة تعطي مشوار اهتزاز أفقي .

والحاصد ذات مشوار الاهتزاز الرأسي والتي لها صادم واحد لكل جانب من الصف تحتاج على عمل تعاريش بطريقة خاصة والتي تمكن الصادم من الضرب على قاع سلك التعريشة في المشوار إلى أعلى أثناء تحرك الآلة على طول الصف. وطول المشوار الرأسي للصادمات قد يكون ١٢٧ ملليمتر [٥ بوصة] أو أكثر ويتردد مقداره ٢٥٠ إلى ٥٠٠ دورة في الدقيقة. وتفضل الصادمات ذات المشوار الرأسي بعض الأصناف وتشمل أصناف تومسون العديم البذور كعناقيد (Thompson Seedless) .

والحاصدات ذات مشوار الاهتزاز الأفقي لها نوعان متميزان. وأكثر الأساسيات المستعملة شيوعاً هو استعمال بدالات ذات مشوار أفقي متأرجحة أو أعمدة ممتدة إلى الخلف من محور رأسي. ويتحقق الاهتزاز من ضرب الشجيرات من الجوانب. وفي التطورات الحديثة (١٩٧٦ ـ ١٩٧٧) قد استخدم الهز المستمر للجزوع. وفيه يستخدم قضبان أو سيور تتحرك على طول الصف على كل من جانبي الجزوع وتضفي تأرجحاً عرضياً على الجزوع. ويمكن هذا النظام من تفادي الاتصال المباشر مع أوراق النبات وبذلك يقل تلف الشجيرات وتساقط أوراقها، والتي غالباً ما تعتبر من أحد المشاكل الكبيرة في أنواع أخرى من الهزازات. وفي أي نوع من نوعي الحاصدات يوجد ألواح للتجميع متداخلة مع بعضها ومحملة بيايات وتدخل إلى الصف من كلا الجانبين لتكون فرشة مستمرة تحت شجيرات العنب وتوجه الثمار إلى سير ناقل. وهذه الألواح تتفرج أوتوماتيكماً على الجوانب حول الحوامل أو الجزوع أو أي عوارض أخرى .

وقد تم تطوير أساسيات الهز الأفقي في نيويورك أساساً لنوع الكونكارد (Concord grapes) والذي يتم عصره. وهذا النوع من الحاصدات يفصل العنب لمعظم أصناف العصير كعنب مفرد ويتكسر العديد الحبات في أثناء العملية[٦]. ولا يهتم بالتلف لعدد كبير من أصناف العنب التي يتم عصرها حيث

أنها تجمع ويتم تداولها كسائل في أوعية محكمة خاصة. وممكن أن تعمل الآليات التي تستخدم الهز ذو المشوار الأفقي في بعض حقول العنب التي تحتوي على تعريشات رأسية بسيطة بدون الحاجة إلى تعريشات خاصة أو تربية محددة.

وحوالي ١٥٪ من العنب في كاليفورنيا يتم تجفيفه ليصبح زبيب غالباً على صواني في الحقل. ويجب أن يتم تداول زبيب العنب بعناية لتفادي كسر الحبات وقد بينت الاختبارات إنه إذا ما أجرى الحصاد بشدة على ثمار عنب التعليب من صنف تومسون البذور (أهم الأصنال لعمل الذبيب)، وتركت على أسلاك التعاريش، فإن الأوراق وسويقات الثمار تصبح جافة وقابلة للقصف في مدى عدة أيام[٣٥]. والثمار التي جفت جزئياً، عند حصاردها آلياً، فإنها تنفصل أساساً كحبات ثمار غير تالفة.

وقد تم تطوير نظام لحصاد عنب الذبيب إعداداً لتجفيفه في محطة التجارب الزراعية في كاليفورنيا[٣٥]. وتستخدم آلة التوزيع المقطورة خلف المحصدة أو بجانبها حيث تستقبل العنب في خزان بمجرد حصاده ويتم فرد لفافة ورق على سطح معد ليعمل كصينية مستمرة بين الصفوف، ويتم توزيع العنب في طبقة متجانسة رقيقة فوق الورق. وبعد تمام الجفاف تمر آلة أخرى لتلقط الورق وتجمع الذبيب في أوعية خاصة.

**٢١ ـ ١١ حصاد شجيرات التوت وفواكه التعليب:**

يمكن حصاد المحاصيل التوتية (Berries) (البلوبيرز والبلاك بيرز والبويسنبيرز والراسبيرز) بالآليات التي تحتوي جهاز للهز باللوحات أو الأعمدة والبدالات أو مجموعة من الأصابع. وحصاد التوت كانت متاحة في الأسواق منذ عام ١٩٦٦ وقد زاد استعمالهم زيادة كبيرة[٦]. وإحدى هذه الأنواع يكون لها أصابع للهز رأسية وقطرية على أسطوانة حرة الدوران رأسية

وهناك نوع آخر يحتوي على لوحين من خشب البلاي ود الذين يتم ضغط ساق الشجرة بينهم من على جانبي الصف ويقومان بهز الشجيرة في توافق عند معدل يعادل ٢٥٠ دورة في الدقيقة. وهناك نوع آخر له بدالات تعمل بمشاوير أفقية (مثل جاصدات العنب) أو ألواح ذات أصابع تهتز أفقياً أو رأسياً. وتستخدم آليات دفع الهواء لفصل الأوراق والبقايا الخفيفة الأخرى وهي من أهم مكونات آليات الحصاد ومعظم أنواع البلوبيريز لا بدَّ من القيام بالحصاد عدة مرات على فترات تتراوح بين ٥ إلى ٧ أيام. والاختيار في الحصاد الآلي يمكن في هذه الحالة وذلك لسهولة فصل الثمار الناضجة عن الأخرى الغير ناضجة وفي بعض الحالات تكون جودة الثمار المحصودة بالآلة أفضل بكثير من الثمار المحصودة باليد. وذلك لسهولة فصل الثمار الناضجة وهو أهم المؤشرات للنضج. والآليات التي تعمل لمرات متعددة في الحصاد تؤدي إلى تلف تراكمي للشجيرات وعليه فإن الأمر يتطلب تقليم خاص للأشجار والشجيرات التي يحدث فيها تجانس عند النضج والتي تعتبر مرغوبة وذلك لأنها تتطلب حصادة مرة واحدة فقط.

ومن أهم المشاكل في حصاد التوت هو حدوث تلف كثير وسريع في فترة ما بعد الحصاد. وقد أوضح الاختبارات أن التالف يمكن تقلبه إلى أقل حد ممكن بالتصميم الجيد لأجهزة النقل والتجميع والتنظيف. أما تقليل التالف في فترة ما بعد الحصاد إلى أقل حد ممكن عن طريق التجميد للثمار في الحقل مباشرة بعد الحصاد[٧]. وفي تجارب على حصاد البوش بريز، التي اشتملت على تجهيزات لتجميد التوت باستخدام الفريون السائل بعد دقيقتين من الحصاد[٧]. وكانت الجودة أفضل من الحصاد اليدوي في حالة التوت المحصود بالهزازات ذو العرضات الخشبية والأصابع الهزازة وكذلك تم التخلص من نسبة ١٠٪ للتالف في الحصاد اليدوي.

**٢١ ـ ١٢ حصاد الفراولة :**

إن عملية حصاد الفراولة تمثل تحدي كبير لكلا من المهندسين العاملين في مجال البساتين ونبات الفراولة قصير النمـو سهل الخـدش وقابليتـه للفساد كبيرة، كما إنه يتطلب عدد كبير من مرات الجمع في حالة الحصـاد اليدوي. وقد عملت أكثر من محطة للبحوث الزراعية على تطوير العديد من البرامج في مجال الحصاد خلال الستينات. وكذلك بدأت التجارب منذ عام ١٦٥٩[٦] على برامج تربية لاستنباط سلالات تصلح للحصاد مرة واحدة. وبالـرغم من التقدم الذي حدث في هذا المجال كان عدد آليات الحصاد الميكـانيكي المعروضـة بالأسواق قليلاً جداً في عام ١٩٧٦ . وقد استمر وجود عدد كبير من الثمار التالفة والنقص الكبير والمحصول بسبب عدم تجانس النضج يمثل مشاكل لفتـرة من الزمن.

ومعظم آليات التجارب كان لها نظام نزع أو تمشيـط يتم مساعدتها بتيار هواء[٦]. وآلة الحصـاد الكامـل تشتمل على وسـائل للتنـظيف بواسـطة الهواء للتخلص من الأوراق وبقايا النباتات هذا بالإضافة إلى عمليات النقل والتجمع. وقد تم تطوير آلة حصاد تجريبية في محطة البحـوث الزراعيـة بولايـة أيوا[٣٣] وكانت تحتوي على مجموعة من الأصابع، أصابع تهتز في الاتجاه الأمـامي والخلفي وتقوم بالتمشيط خلال النبات بصفة مستمرة ويقع خلف الأصابع نافورة هواء موجهة للخلف تعمل على نقل الفراولة إلى ناقل مائل ومنه إلى سرير ناقل بالإضافة لقيامها بتوفير هواء تنظيف. وهناك آلة تجارب أخرى[٢٠] تستخدم تيار من الهواء ذو سرعة عالية لرفع الفراولة المعلقة بالسيقان وهزاز للسيقان لفصل الفراولة التي ما زالت معلقة، وقد تم التوصل في هذه الآلة لبعض الاختيارية. وقد تم اختبار آلة أخرى تقوم بالقبض على كل النبات فوق سطح التربة مباشرة لأداء عملية الحصاد[٥] .

والفراولة المحصودة آلياً تشمل الثمار الغير ناضجة والتالفـة والتي لا بد

من التخلص منها باليد. وقد تم تطوير آليات لنزع قمع الثمرة في محطة ميتشجان للتجارب الزراعية في أوائل السبعينات[٣٦] وعملت هذه الآلة على نزع حوالي ٩٠٪ من إقماع الفراولة بمعدل تغذية للآلة يتراوح بين ٣٤٠ إلى ٤١٠ كيلوجرام/ ساعة (٧٥٠ إلى ٩٠٠ رطل/ ساعة) في اختبارات عام ١٩٧٤. ويوجد على الناقل أدراج من البكرات المتقاربة تدور عكس بعضها ومغطاة بالمطاط وتقوم بمسك السيقان وبالتالي يتم نقل الفراولة الممسوكة وتحميل الفراولة الممسوكة إلى أعلى خلال قطاع رأسي من الناقل ثم تنقل إلى أسفل حيث تمر على منشار يقطع الفروع بالقرب من البكرات وبالتالي تخلع قمة الفراولة (وفي بعض الأصناف شريحة صغيرة من ثمرة الفراولة نفسها).

# الحصاد الآلي للخضروات

يمثل الحصاد والتداول الآلي مكانة مقبولة ولاقى نجاح كبير في مجال حصاد البطاطس والفاصوليا الخضراء وفاصوليا اليما والطماطم التي تستخدم في الحفظ والفاصوليا المفلطحة والسبانخ والذرة التي تستخدم في التصنيع. وقد تم عمل تطوير كبير في مجال الحاصدات الآلية لعدد كبير من الخضروات ولكن اختلفت درجة قبولها اختلافاً واسعاً حيث اعتمدت درجة القبول في ذلك على المشاكل الموجودة وكذلك مدى جدوى استخدام الميكنة اقتصادياً. وسوف يناقش وضع الميكنة في منتصف السبعينات والمشاكل المتعلقة بها والآليات المستخدمة لأهم محاصيل الخضر في الأقسام التالية أما حصاد البطاطس وحصاد البصل الجاف فقد تم مناقشتهما في الباب العشرون.

**٢١ - ١٣ حصاد الطماطم :**

يعتبر محصول الطماطم ثاني أهم محاصيل الخضروات في الولايات المتحدة الأمريكية بعد البطاطس[٦]. وحوالي ٨٥٪ من هذا المحصول يصنع كل سنة وأكثر من حوالي ٧٥٪ من الطماطم المصنعة في الولايات المتحدة الأمريكية يزرع في كاليفورنيا وكل هذه الكمية على وجه الخصوص تحصد آلياً .

وكان أول حصاد ميكانيكي على نطاق تجاري خلال عامي ١٩٦١،

١٩٦٢. وقد أثمر التعاون بين العديد من برامج الأبحاث التي أجريت في محطة البحوث الزراعية في ولاية كاليفورنيا والتي قد تمت في فترة تزيد عن عشر سنوات وعن إنتاج صنف كاليفورنيا المناسب للحصاد الآلي. وقد أثبتت هذه الأبحاث إمكانية إجراء بعض تعديلات أساسية على المحصول ليتناسب مع الحصاد الآلي .

ومدى الإقبال على الحصاد الآلي في كاليفورنيا كان كبير وسريع وذلك لوجود مشاكل حادة في العمالة وذلك نتيجة لإنهاء وجود العمالة المكسيكسة في عام ١٩٦٤. وقد انتشرت عملية الميكنة بطريقة أبطأ من ذلك في الولايات الأخرى(٦). والسبب في ذلك هو الظروف الجوية وعدم وجود نوع مناسب من الطماطم للحصاد الآلي .

ومحصدة الطماطم تتم عملها في مرة واحدة وهي تنزع النبات وعادة عند أو أسفل سطح الأرض مباشرة (أو تنزع النبات بالجذور) وتأخذ كل النبات إلى داخل الآلة وتعمل على فصل الثمار بالهز. أما الأوراق والأتربة وبقايا النباتات الأخرى يتم فصلها من الثمار المفصولة باستخدام تيار هوائي. وفي حالة الحاصدات التي تستخدم التدريج اليدوي توضع الثمار على سير للتدريج وبجانب العمال الذين يقومون بعزل الثمار الخضراء وكذلك النباتات الأخرى وأي كتل تربة أخرى وبقايا نباتات. ويحتاج الأمر من ١٠ إلى ٢٠ عاماً ويعتمد الرقم أساساً على معدل الحصاد ومدى نضج الثمار وظروفها. ومعدل الحصاد المتوسط يعادل ١٤ إلى ٢٨ ميجاجرام/ هكتار [١٥ إلى ٢٠ طن/ هكتار] وهو الرقم الشائع. وتنقل الثمار المدرجة مباشرة إلى شاحنة أو إلى صناديق في مقطورة خاصة تشد بجانب الحاصدة.

وفي عام ١٩٧٥ أصبحت أجهزة التصنيف الألكترونية التي تعتمد على اللون لتصنيف الطماطم متاحة للحاصدات بصورة تجارية. وقد أصبحت شائعة

الاستعمال بسرعة كبيرة بصرف النظر عن سعرها الابتدائي المرتفع (٣٥٠٠٠ إلى ٤٠٠٠٠ دولار زيادة على الحاصدات الجديدة في عام ١٩٧٦). وثمر الطماطم والمواد الغريبة الأخرى أمام وحدات استشعار ضوئية الكترونية أما في مجموعة مفردة حيث يوجد من ٨ ـ ١٢ ممر لكل مجموعتين مفردتين أو يتدفق المحصول بالعرض بعمق طبقة واحدة، ويتم التخلص من الطماطم الخضراء أو كتل التربة أو أي مواد غريبة غير حمراء من الطماطم المتدفقة إما بطريقة ميكانيكية أو عن طريق دفعها بالهواء الذي يخرج من فتحة ضيقة لذلك الغرض.

ويكون التصنيف اليدوي مطلوباً أيضاً للتخلص من الطماطم الحمراء الغير صالحة ولكن في هذه الحالة يكون حجم العمالة المطلوبة نصف العمالة في حالة عدم وجود التصنيف الإليكتروني. وقد يصبح لتصنيف الاليكتروني عديم الجدوى إذا ما أصبح المحصول ناجح تماماً حيث يكون عدد الطماطم الخضراء المطلوب إزالتها ميكانيكياً قليلاً وعدد الطماطم الحمراء التالفة المطلوب إزالتها يدوياً كثيرة.

ويتم قطع العرش الخضري باستخدام إما: أ ـ سكينة ثابتة على شكل حرف V (ذات نصل متقدم) أو سكنتين منفصلتين حيث تكون الحافة القاطعة لكلاً منهما مائلة بزاوية تعادل ٤٥ إلى ٥٥° على اتجاه الحركة. ب ـ قاطع على شكل منجل مركب على عمود وموجود داخل حافظة وتقطع تحت التربة. جـ ـ عمود مربع يدور تحت سطح التربة (مثل عمود التخلص من الحشائش) ويرفع النبات إلى أعلى. وعملية القطع أو الرفع للنباتات ووضع العرض على سير ناقل بدون فصل الثمار من النبات وفقدها وبدون تحريك جزء من التربة مع النبات تعتبر من المشاكل التي لم تحل تحت جميع الظروف.

والجنازير ذات القضبان المتصلة والمغطاة بالمطاط والتي تستخدم كناقل رافع في بعض الحاصدات تعمل على فصل بعض الأتربة. وبعض الآليات الأخرى تحتوي لها ناقلات للرفع من الجوخ ومركبان على التوالي مع وجود بعض الترتيبات بين الناقلان لإزالة الأتربة والطماطم المنفصلة على سيور تضيف خاصة، ويتم جمع الثمار الجيدة من على السير أما الثمار الغير مرغوبة فإن السير يفرغها على الأرض.

وبعد وحدات الهز تحتوي على جنازير أفقية ناقلة والمسافة بين كلا منها تتراوح بين ١٢٥ إلى ١٥٠ ملليمتر [٥ إلى ٦ بوصة]. على مدى عرض الآلة كله. والأصابع المثبتة رأسياً على الجنزير تمسك بالعرش ويتحرك الجنزير في حركة ترددية للأمام وإلى الخلف بالإضافة للحركة الكلية الخلفية. وفي أحد التصميمات يمر الجنزير على مضلع متوازي الأضلاع والضلع العلوي فيه يهتز. وفي إحدى التصميمات الفريدة من نوعها تحتوي على نظام للقيادة يعطي سرعات مترددة في دورات معكوسة (١٦٠ دورة في الدقيقة) وذلك على جنزير له عمود يحمل العجلات المسننة ذو الوضع الثابت وتكون قيمة الحركة إلى الخلف (التقدم) في كل دورة تكون قيمتها ضعف الحركة إلى الأمام (العودة). والهزاز من النوع المتحرك له زعانف رأسية تتأرجح موزعة عن جزء الفصل والنهاية الأمامية للزعانف لها تقريباً حركة أفقية للإمام وإلى الخلف. ولكن النهاية الخلفية لها مركبة رأسية حقيقية لتعطي هزات قوية للمشار التي قاومت الفصل. وفي أي من هذه الهزازات. فإن الثمار المفصولة تسقط من خلال الفتحات بين الجنازير أو بين الزعانف حيث تتجمع على ناقل تجميع.

ونتيجة لأن ثمار الطماطم معرضة للتلف بالتصادم فإن كل السيور الناقلة والهزازات يجب أن تصمم بطريقة تقلل من مسافات السقوط والتصادم الناتج من قوى القصور الذاتي للفاكهة كما أنه من الأهمية وضع بطانات مناسبة عند

النقاط الحرجة. وبصرف النظر عن التقدم الملحوظ في آليات حصاد الطماطم منذ إنشائها فإن التلف الزائد ما زال يمثل إحدى المشاكل الصعبة.

والطماطم التي تحصد للتداول طازجة في الأسواق يمكن حصادها بالآليات العادية ولكن لا بد أن يكون لها تبطين خاص وتحتاج إلى تعديلات بسيطة. وبعض الأصناف التي تباع طازجة في الأسواق تلائم جيداً ظروف الحصاد الآلي بصورة مقبولة.

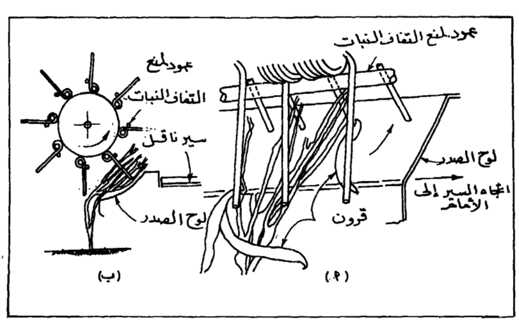
**٢١ ـ ١٤: حصاد الفاصوليا الخضراء (Snap bean).**

تم تطوير آليات حصاد شجيرات الفاصوليا بطريقة تجارية خلال الخمسينات وهي تستخدم بطريقة شائعة الآن. وقد أنتجت هذه الآليات عدد من الشركات في الولايات المتحدة وأوروبا[٦]. وتستخدم كل هذه الآليات أصابع أو شوك رفيعة من الصلب تقوم بالتمشيط خلال النباتات وتزيل القرون ومعظم الأوراق وتلقي بهم على سير ناقل أو أي ناقل آخر. وتستخدم الوسائل الميكانيكية أو الأيرو ديناميكية داخل الآلة لإزالة معظم المخلفات.

واحد آليات الحصاد يوجد بها أصابع قطرية مركبة على بكرات اسطوانية حيث يوجد بها بكرة لكل خط. ويكون محور كل بكرة على اسطوانة تحتوي كل طارة على صف من الأصابع وفي مستوى رأسي متوازي مع الخط. وأغلب آليات الحصاد في الولايات المتحدة التي من هذا النوع تعمل على خطين من النباتات وتعمل مع جرار بعد إجراء بعض تعديلات عليه. وتستخدم وحدة رفع لتوجيه النباتات لكل وحدة جمع. وتقوم البكرات بثني النباتات بحدة وتثبتها في هذا الوضع ضد لوح معدني مقوس كما هو موضح في شكل ٢١ ـ ٢ ب، وتأتي بعد ذلك الأصابع لتمشطهم، والبكرات والصدر تكون مرتفعة من الأمام عنه من الخلف وبالتالي فإن قمة النبات يتم تمشيطها أولاً كلما تحركت الآلة إلى

الإمام على طول الصف. وبعض الآلات تحتوي على فرشاة دوارة تقع مباشرة فوق البكرة للتخلص من أي نبات أو سيقان نباتات متبقية على الأصابع.

وقد بين التصوير السينمائي السريع الذي أجرى أثناء الاختبارات المعملية على الآلات التجارية المتاحة(٤) وجد أنه عندما تؤثر الأصبع على ساق القرون كما هو موضح في شكل ٢١ ـ ٢ أ فإن السويقات تنكسر نتيجة لانحنائها ووجود إجهادات مؤثرة عليه نتيجة العزم المرتفع. ولو أثر الأصبع بقوة مباشرة على القرون فإن القرون ممكن أن ينكسر أحياناً بالقرب من العنق وفي بعض الحالات يفصل من عند نهاية الثمرة(٤). والسرعة التي يكتسبها القرون عادة تحمله على التحرك على الصدر وتدفعه إلى سير التحميل ولكن بعض القرون قد تنزلق إلى خلف الصدر وتفقده، وكانت وسرعة قمة الإصبع في هذه الاختبارات حوالي ٤,٦ متر/ ثانية [٩٠٠ / دقيقة] كما كان الخلوص بين لوح الصدر وقمة الأصبع ١٦ ملليمتر [ $\frac{٣}{٨}$ بوصة].




شكل ٢١ ـ ٢ : آلة جمع الفاصوليا الخضراء ذات البكرات الاسطوانية.
أ ـ تنفصل القرون بالتلامس بين الأصابع والنباتات. تم عمل هذا الرسم من التصوير السينمائي السريع (B.L. Bledsole and A.H. Morgan [4]).
ب ـ رسم تخطيط لقطاع الأعمدة ولوح الصدر.

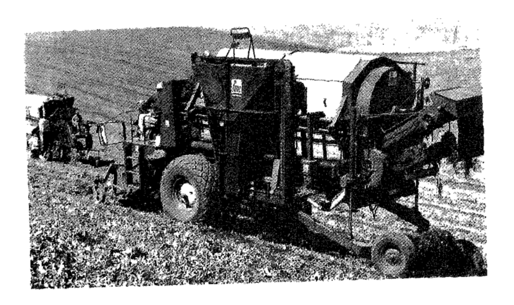
وتم تطوير آلية لحصاد عدة صفوف في انجلترا لها أصابع التقاط متصلة بجنازير واسطوانة ذات شقوق(٦). والجنزير والعجلات المسننة عند كل نهاية يعملان في دائرة ارتفاعها حوالي ٤٦٠ مليمتر [١٨ بوصة] وسمكها ١٥٠ مليمتر [٦ بوصة] وطول الاسطوانة ذات الشقوق ١,٨٣ متر [٦ قدم] وتميل على الأفقي بزاوية مقدارها ٤٥° من اتجاه الحركة الأمامية وبالتالي تعطي تغطية مستمرة في العمل على عرض ١,٢٢ متر [٤ قدم]. وهذه التركيبة تناسب صفوف النباتات المتقاربة من بعضها كما في حالة الزراعة الكثيفة. وتميل قمة الاسطوانة البكرة بحيث تكون الأسطوانة ذات الشقوق إلى الأمام لتتمكن من تمشيط قمم النباتات أولاً.

وتم تطوير آلة جمع لحصاد عدة صفوف من الولايات المتحدة في أوائل السبعينات لها تركيبة أمامية مشابهة للرأس الحاصدة مع اسطوانة ذات شقوق عمودية على الخطوط. وتتصل الأصابع بعمود يتم التحكم فيه عن طريق الكامات كما في حالة اسطوانة اللقط في آلة التصفيف الذاتية الحركة. وتقوم الاسطوانة برفع السيقان واقتلاعها على لوح مقعر يقع مباشرة خلف الجزء السفلي للاسطوانة.

**٢١ ـ ١٥ : حصاد البسلة الخضراء:**

منذ أوائل القرن العشرين والبسلة الخضراء يتم تقشيرها عن طريق تغذية القرون إلى آلة ثابتة تعرف باسم آلة تقشير القرون(٦). وقد تم عمل آلة ضم ودراس ذاتية الحركة (وتستخدم أيضاً في فاصوليا اليما الخضراء) في بداية الستينات وقد حلت محل آلة التقشير الثابتة نتيجة لانخفاض تكلفة الحصاد. ولا يتم حالياً تصنيع آلات التقشير الثابتة(٦). والنوعين فعلاً من الآلات ذاتية الحركة والمقطورة متاحة لضم ودراس تعمل على المنحدرات (شكل ٢١ ـ ٣) وهذه الآلات يكون لهما جهاز أوتوماتيكي للتسوية الجانبية والتسوية للخطف وإلى الأمام مثل النظام الموجود على آلية ضم ودراس الحبوب على

المنحدرات (الجزء ١٧ ـ ٣). وحوالي ثلث المساحة المنزرعة في الولايات المتحدة الأمريكية تقع في الشمال الغربي للباسفيك. ومعظمها من النوع ذي السفوح.



**شكل ٢١ ـ ٣: آلة الضم والدراس للبسلة الخضراء التي تعمل على المنحدرات ومعها جهاز أوتوماتيكي لضبط الأفقية للخلف وإلى الإمام لاحظ أن عجلات الآلة الأربعة تبقى رأسية. (Courtesy of FMC Corp).**

وعادة ما يتم قطع وتصفيف البسلة الخضراء باليات تصفيف خاصة ذاتية أو قد تستخدم معلقة خلف الجرار وذلك قبل عملية التقشير التي تجري في الحقل أو مع آلة التقشير الثابتة. ونازعات القرون تكون مفصلية ومحملة بواسطة يايات لكي يمكن أن تأخذ شكل سطح التربية المتعرج ويثبت على عمود القطع على مسافات تعادل ٣٠٥ ملليمتر [١ قدم]. وفي طريقة حديثة يتم استخدام وحدة المجمع لآلة الفاصوليا الخضراء متعددة الصفوف في الرأس الحاصدة لآلات الضم والدراس ذاتية الحركة المستخدمة في حصاد البسلة

الخضراء مما يؤدي إلى التخلص من عمليـة التصفيف ويقلل من بقايـا النبات للمحصول الذي يدخل إلى آلات التقشير.

وعملية التقشير التي تجري في آلية الضم والدراس على البسلة الخضراء تعمل بنفس الأسس التي استخدمت في آليات التقشير الثابتة التي استخدمت لعدة سنوات. ويتم تغذية القرون إلى اسطوانـة أفقيـة تقريبـاً وهي عبارة عن شبكة تدور ببطء وقطرها حوالي ١,٥ إلى ١٠٧ متر [٥ إلى ½ ٥ قـدم]. وفي داخل الاسطوانة تدور اسطوانة أخرى طولهـا أقل ومثبت عليهـا مضارب على طول المحيط. والقطر الكلي للمضارب ٩٦٥ إلى ١٠٩٠ مليمتر [٣٨ إلى ٤٣ بوصة] وسرعتها المحيطية عموماً تتراوح قيمتها بين ٨,٦ إلى ١٢,٧ متر/ثانية (١٧٠٠ إلى ٢٥٠٠ متـر/دقيقة) ويـوجد ريش تبـرز من شبكة الاسـطوانة إلى الداخل وترفع هذه البروزات القرون وتلقي بها في اسطوانة المضارب. ويؤدي تأثير الصدمة من المضرب إلى فتح القرون وتسقط البسلة والشوائب الصغيرة الأخرى من خلال الفتحات الموجودة في الاسطوانة على ناقل مائل أو ناقل من القماش.

والمضارب تكون مائلة بزاويـة صغيرة على محـور الاسطوانـة وبالتـالي تحرك القرون بالتدريج إلى موقع التفريغ في نهاية الاسطوانـة. ومعدل تحـرك القرون في الاسطوانـة ممكن التحكم فيه بتغييـر سرعـة المضارب. وحيث أن معدل التحرك هو أيضاً دالة لميل الاسطوانة فإنه حتى آلة الضم والدراس التي تعمـل على أرض مستويـة لا بد أن تحتـوي على جهاز لضبط الأفقيـة للإمـام والخلف.

ويتم تنظيف البسلة بتيار من الهواء وتوضع بعد ذلك في صناديق موضوعة على الآلة والقرون التي لم يتم درسها يتم فصلها وتعود مرة ثـانية إلى مـدخل الاسطوانة..

**٢١ ـ ١٦ : حصاد الذرة السكرية :**

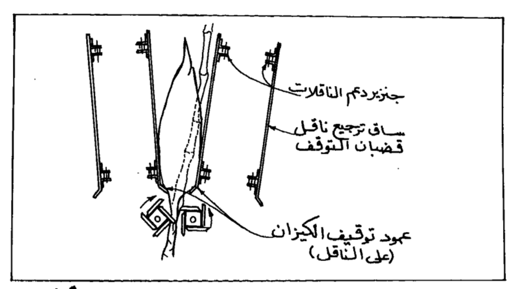
لقد أصبح الحصاد الميكانيكي للذرة السكرية المزمع تصنيعها واسعة الانتشار في خلال الخمسينات. حيث تم استخدام آليات جمع الذرة العادية والتي لها ألواح تقشير فوق الاسطوانات المموجة (كما في شكل ١٨ ـ ٣) مع هذا المحصول. وقد تستبدل التموجات الموجودة على اسطوانات نزع الكيزان عند قاعدتها. وقد تم عمل تعديلات بسيطة في وسائل النقل في بعض الأنواع. وأغلب الأنواع انتشاراً هي الآلة التي تعمل على صفين والتي توفر في عدد العمال ما بين ١٠ إلى ١٥ عامل. وآليات الحصاد ذاتية الحركة التي تعمل على أربع صفوف والتي تستخدم العديد من مكونات التصميمات الموجودة لآلة حصاد الذرة أصبحت متاحة منذ عام ١٩٧٠.

ومنذ منتصف الستينات زاد الاهتمام بقبول الحصاد الآلي للذرة السكرية التي تستخدم طازجة[٦]. وقد تم تطوير العديد من آليات الحصاد والفرط التي تناسب الذرة التي يتم تداولها طازجة في الأسواق. وقد أوضحت التقارير الحقلية إن هذه الآليات تؤدي إلى تلف بسيط في الكيزان. وآليات الحصاد سواء للذرة التي تستخدم في التصنيع أو التي يتم تداولها في الأسواق طازجة تعطي كمية ذرة محصودة أعلى بكثير من الكمية التي يمكن تحصد باليد وذلك لأن هناك فرص أقل في ترك كيزان غير محصودة على نبات الذرة في الحقل. وبالرغم من أن هذه الآليات توفر في العمالة عند وقت الحصاد إلا أن عملية التدريج تحتاج لعمالة كثيرة في حالة الذرة التي يتم تداولها طازجة في الأسواق.

الخصائص المميزة للأصناف مثل الاختلاف في حجم الكوز وسهولة الفصل أو التجانس في النضج وسمك طبقة القشور ومدى قابلية ساق النبات للكسر وارتفاع الكوز يكون لها تأثير كبير على أداء عملية الحصاد الآلي. والصفات المرغوبة في الذرة التي يتم تسويقها طازجة أن يكون بها أقل حدً

ممكن من الأغلفة المنزوعة وأقل حدٍّ ممكن من التلف أيضاً والتجانس في طول الكيزان وقاعدتها.

وإحدى النظم الفعالة المتبعة في نزع الكيزان ونقلهم بعيد عن وحدة الجني موضحة في شكل ٢١ ـ ٤. والسكاكين المركبة على اسطوانات الفصل تقطع جزء من السيقان عندما يتم سحب الساق إلى أسفل، وقد يضر ذلك قاعدة الكيزان. وأعمدة توقيف الكيزان عبارة عن ألواح صغيرة العرض مربوطة على زوج من الجنازير من على جانبي الصف لتكون حائط متحرك مستمر في كل جانب. وأعمدة التوقيف تحدد من حركة الكيزان أسفل قبل تلفها وبعد ذلك تحرك الكيزان المفصولة إلى سير ناقل وتجميع الكيزان في أوعية خاصة.




**شكل ٢١ ـ ٤: وحدة جمع ونقل الذرة السكرية التي يتم تداولها طازجة في الأسواق. المسافة بين أعمدة التوقف للناقل يمكن ضبطها. (Courtesy of FMC Crop).**

واستخدمت اسطوانات متوازية لتقشير الكيزان ونزعها من النبات والتي يحجز بواسطة زوج من السيور المتعاكسة(٦). وفي نظام أخرى يحتوي على ناقلات من المطاط ومركب عليها أعمدة التقشير والتي تتجه إلى أسفل بين

سيقان النباتات والكيزان لعمل فعل شد على الكيزان كما هو الحال في الحصاد اليدوي(٦).

**٢١ ـ ١٧ حصاد المحاصيل المفترشة:**

لقد تم حصاد محصول خيار التخليل آلياً لأول مرة باستخدام آليات تستخدم لأنواع متعددة من المحاصيل. ونتيجة للانخفاض الكبير في المحصول. والتلف التراكمي الذي يحدث للخيار، وبعض المشاكل المصاحبة الأخرى فقد بدأ التفكير الجدي منذ عام ١٩٦٥ على آلية للحصاد تحصد المحصول في جمعه واحدة. وقد انتجت عدة مصانع لهذه النوعية من الآليات بصورة تجارية في عام ١٩٧١. وهذه الآليات تنزع النبات كله من تحت سطح التربة وتدخله إلى الآلة. وتستخدم بكرات من المطاط العالي المرونة لشد النباتات والسيقان بينها لتنزع الخيار. وتعتبر نسبة التالف من آليات الحصاد منخفضاً نوعاً ما. وقد تم عمل تطوير كبير في طرق الزراعة للمساعدة على الحصاد في مرة واحدة وقد احرز بعض التقدم في التوصيل إلى أصناف ملائمة لذلك. وقد وصلت نسبة المحصول الذي يجمع في مرة واحدة عام ١٩٧٦ إلى حوالي ٨٥ ـ ٩٠ ٪ من مجمل محصول خيار التخليل المزروع لولاية ميتشجان ولكن النسبة كانت أقل في الولايات الأخرى (ميتشجان عادة تختص بـ ٢٠ ٪ من ٥١ إلى ٥٧ كيلو هكتار [١٢٥,٠٠٠ ـ ١٤٠,٠٠٠ أيكر] والمزروعة خيار كل عام في الولايات المتحدة بغرض التصنيع.

وتم إنتاج آلية بسيطة ورخيصة الثمن للحصاد المتعدد للخيار في محطة التجارب الزراعية بولاية نورث كرولينا في أواخر عام ١٩٦٠(٢٢). ويتم رفع النباتات المفترشة إلى عدة سنتيمترات باستخدام أعمدة ذات قطر صغير والتي تمر على جانبي قعادة النبات وتنحني إلى أعلى وإلى الخارج في اتجاه الخلف. والجزء الخلفي للأعمدة تضرب الثمار المعلقة من نقطة اتصالها بالنبات ويتم فصلها بالتصادم نتيجة للحركة الأمامية للمحصدة. ويكون

المحصول منخفضاً بدرجة كبيرة بالمقارنة مع الحصاد اليدوي وبالرغم من أن انخفاض ثمن الآلات الاختبارية ولكن باستخدام الآليات ممكن أن تقلل من هذا النوع بالمقارنة بآلات الحصاد لمرة واحدة للمساحات الصغيرة فإن هذه الآلات لم تلاقي قبولاً تجارياً كبيراً.

والأبحاث التي أجريت خلال الستينات أدت إلى تطوير حاصدات تجريبية لمحصول الكانتلوب تعمل على أسس الاختيار أو الحصاد مرة واحدة[١٨]،[٣٢] والآليات التي تستخدم للحصاد عدة مرات لم تثبت جودتها اقتصادياً وذلك لانخفاض المحصول في كل مرة من مرات الحصاد والتي يبلغ عددها حوالي من ٥ إلى ٧ مرات. حيث يتطلب الأمر ترتيب النباتات بطريقة محددة. والحصدة مرة والحدة يعتبر غير مجدي اقتصادياً إلا في حالة إذا ما تم الحصول على تجانس في النضج[٢٣]. وتم عمل آلة للتجارب لجمع وتحميل ثمار الكانتلوب المحصودة باليد في عام ١٩٧٣[٣١]. ويتم وضع ثمار الكانتلوب المنفردة بالتبادل بين النباتات على الصف وفي قمة الخط. وتمر الآلة لجمع الكانتلوب وتلقطه من على الأرض وتضعه في شاحنات. ومن هذا النظام يستفاد من مقدرة العامل على اختيار الفواكه الناضجة ويتم التخلص من العمل اليدوي الشاق في عمليات التحميل. ويتم التخلص من جزء من العوامل التي تعتمد على كفاءة الفرد نفسه وبالتالي تزيد الإنتاجية بدرجة كبيرة.

ولأن الشمام يعتبر كبير في الحجم ولا يكون متجانس في النضج فإن ذلك لا يساعد على تطبيق الحصاد الميكانيكي. وعند حصاد الشمام فإنه يعتمد على خبرة العامل لتحديد الناضج منه والذي لا بد من حصاده.

### ٢١ ـ ١٨ : حصاد الخس:

لقد تم تطوير الحصاد الآلي لرؤوس الخس في محطات التجارب الزراعية في ولايتي كاليفورنيا وأريزونا في خلال الستينات. وتم إصدار

ترخيصات لتصنيع الآليات في نهاية الستينات ولكن التطبيق كان بطيء جداً وذلك نتيجة لأن المزارعين لم يستخدموا الآليات التي تقوم بعملية الاختيار حيث إن الأيدي العاملة التي تقوم بهذه المهمة كانت متوفرة[٦]. وقد تم تصنيع آلات تجريبية للحصاد مرة واحدة في كلاً من محطات كرونل وكلورادو[٦]. والحصاد مرة واحدة قد يكون ممكناً في الولايات الشرقية ولكن الحصاد لعدة مرات عن طريق الاختيار يمثل أجراء ضروري في الولايات الجنوبية الغربية (وحيث ينتج فيها من ٨٠ إلى ٨٥ ٪ من المحصول المنزرع في الولايات المتحدة)[٦].

ونظام الاختيار يعتبر من المكونات الرئيسية في الحصاد الاختياري للخس، وحتى إذا طورت الأصناف وطرق الزراعة لتناسب الحصاد مرة واحدة في الجنوب الغربي للولايات المتحدة، فمن الممكن أن تكون آلات الحصاد الاختيارية عملية أكثر من تصنيف المحصول كله في عملية لاحقة لإزالة الرؤوس غير الناضجة[٢].

والآليات التي أنتجت في كلاً من كاليفورنيا والأريزونا قد تم تصميمها أساساً لاختيار الرؤوس الناضجة بطريقة ميكانيكية على أساس حجم الرأس ومدى تماسكها[٦]. ويقوم جهاز القطع والجمع بإزالة وجمع الرؤوس التي وقع عليها الاختيار. ونتيجة لحتمية وجود جهاز الاستشعار في مقدمة وحدة القطع فإنه لا بد من استخدام جهاز لحفظ المعلومات (ذاكرة) وصالح لأربعة إشارات على الأقل[١٥].

ولقد وجد أن درجة النضج ممكن حسابها باستخدام أشعة جاما أو أكس التي تتخلل الرأس لاستشعار الحجم والكثافة[١٦]،[٢٤] وعندما تتخل الأشعة عبر الصفوف تحت مستوى محسوب فعند ذلك الحين تصل إشارة بأن هناك رأس قابلة للحصاد على طول حزمة الأشعة. وأجهزة الأشعة تعتبر أكثر تعقيداً

من أجهزة الاستشعار الآلية ولكنها تلامس النبات مباشرة وقد أوضحت الاختبارات أنها أكثر دقة من الاستشعار الميكانيكي[٢].

وفي آلية تم بناءها للاختبارات في عام ١٩٧١ استخدم فيها أشعة أكس كأساس للاختيار ويتم فيها الجمع والتنظيف ووضع الرؤوس بالعبوات يدوياً[٢٥]. ويعتبر الوقت اللازم للتنظيف باليد هو العامل المحدد لإنتاجية الآلة في الاختبارات الحقلية. ولتفادي هذه المشكلة فقد استخدم مؤقت ميكانيكي على آلة الحصاد[١]. وقد تم ضبطه بحيث كان يعمل بصورة مرضية.

### ٢١ ـ ١٩ : حصاد الكرنب:

لقد تم تطوير آليات لحصاد الكرنب بمرة واحدة في العديد من الجامعات والمصانع الصغيرة في خلال الستينات ولكن درجة قبولها بصفة تجارية من قبل المزارعين كان بطيئاً[٦]. وحوالي ٩٠ ٪ من المحصول المنزرع في الولايات المتحدة يتم حصاده لتداوله طازجاً في الأسواق ويتطلب الأمر من ٣ إلى ٥ مرات اختيار عند الحصاد اليدوي[٦]. وأما الكرنب الذي يستخدم في التصنيع يتم حصاده بمرة واحدة ولذلك فهو أنسب الأنواع الحصاد الآلي عن الأصناف التي تباع طازجة في الأسواق.

لا بد أن تقوم آلة الحصاد الناجحة بقطع الرأس من الساق قطعة نظيفة منتظمة وقريبة من الرأس ولا بد أن يترك عدد من الأوراق المرغوبة حول الرأس، تختلف حسب الغرض الذي يستخدم فيه الكرنب) ولا تحدث أي تلف كبير في الرأس ولا بد أن تكون عندها المقدرة لتتداول رؤوس متفاوتة الأحجام وكذلك لاختلافات كبيرة في مدى استقامة الرؤوس على الخط. والحصول على قطع مرضي يعتبر مشكلة في حالة عدم استقامة الخط والذي يرجع أساساً إلى نوع وطريقة أداء آلة زرع الشتلات والذي ينتج عنه اختلافات في اتجاه الرؤوس بالنسبة للمحصدة ويؤثر بالتالي في عملية القطع (عندما يتم القطع بعد

الـرفع). والنبـاتات عنـدها الميـول للانتشـار في مساحـة عرضهـا على الأقل ٢٠ سنتيمتر [٨ بوصة][٦]. كما تزيد الأخطاء في القيادة من الانحرافات.

وقد أوضحت الدراسات والخبرات الحلقية أن ارتفاع القـطع لا بد وأن يتم ضبطه من سطح مرجع ثابت للرأس بدل من سطح التربة. وقد استخدمت هـذه الأساسيـات في آليات الحصـاد التي تم تطويـرها في محـطة التجـارب الزراعية بكورنيل والتي يتم فيها قطع السـاق بعد رفـع النبات[٦]. ويتم رفـع الرأس والسلق من التربة بواسطة قرصين دوارين والذين يمثلا سطح محدب من أسفل على جانبي كل رأس في الصف ويمثل مستويات حواف الأقراص إلى أسفل ناحية الأمام. وتدفع الأقراص النباتات إلى زوجين من الجنازيـر الناقلة والتي توجه كل ساق وترفعها إلى مستوى منشار القطع. وأقراص الجمع لا بد أن يكون لها حرية العمل على نباتات تقع في حدود مسافة قدرها ١٨ سنتيمتر [٧ بوصة] على كل جانب من خط مركز آلة الجمع وبالتالي يتم الحصول على أعلى نسبة مقبولة للحصاد[٦].

### ٢١ ـ ٢٠: حصاد الهليون:

منذ حوالي عام ١٩٦٠ عمل أفراد ومؤسسات عديدة على تـطوير آليـات حصاد ميكانيكيـة لنبات الهليـون الخضراء[٦]. وقـد تم عمل آليـات لها نـظام اختيار وأخرى بدون وأصبحت متداولة في الأسواق بنهـاية الستينـات. وقد تم حصاد كميات محدودة من الهليون الذي يستخدم في التصنيـع في عام ١٩٧٦ وأغلبها باستخدام الآليات التي لا يوجد بها نظام الاختيار. ومن أهم العوامل التي حددت من مدى انتشار الحصاد الآلي هي الانخفاض في المحصول نتيجة الميكنة وعدم وجود نظام ملائم التداول في أماكن التصنيع.

وتحاول الحاصدة الاختيارية تأدية نفس عمل الحصـاد اليدوي حيث إن نـظام الاستشعار والقـطع يقوم بحصـاد الهليـون ذات الـطول المحـدد ويتـرك

القصيرة للحصاد في أوقات لاحقة. وكما هو متبع في نظام الحصاد اليدوي، فإن عملية مسح يومية لا بد أن تجري على الحقل في خلال ٦ إلى ١٢ أسبوع من وقت الحصاد. والآليات التي لا يوجد فيها نظام الاختيار تقوم بقطع معظم الهليون بغض النظر عن الطول على فترات تصل لعدة أيام. والقطع يتم عند أو أعلى بقليل من مستوى سطح التربة في كلا من نوعي آليات الحصاد.

وتحتوي آليات الحصاد التي تعمل بنظام الاختيار على مجموعة من قنوات الاختيار تتراوح بين ٨ إلى ١٢ تقوم بتغطية عرض عملي يتراوح بين ٧٦ إلى ٩١ سنتيمتر [٣٠ إلى ٣٦ بوصة] لكل صف من الهليون. وتحتوي كل قناة على جهاز استشعار للطول ووحدة قطع ووحدة قبض أو جمع. ويتم استخدام زناد سلكي يبرز من مفتاح كهربائي حساس وخلايا ضوئية كوسيلة استشعار وتعمل السكاكين عادة بضغط الهواء، ويستخدم أزواج من السيور الرفعية ذات أصابع لمسك الهليون فوق ارتفاع الاستشعار مباشرة وترفع بعد إتمام قطعها.

وتستخدم مجموعة من المناشير والأسلحة المترددة الحركة كوسيلة للقطع في الآليات التي لا تعمل بنظام الاختيار. ويقطع السلاح المتردد عادة على ارتفاع ٢,٥ سنتيمتر [١ بوصة] على الأقل فوق سطح الأرض بينما مجموعات المناشير يمكن أن تقطع تحت سطح التربة بقليل. ويتم رفع الهليون بواسطة ناقل أو بواسطة قوابض دوار. وقد تم عمل آلة خاصة من النوع الزاحف في ميتشجان ومركب عليها سكين ثابت على شكل حرف V وتوضح أمام صندوق مفتوح من الأمام. والحاصدة الزاحفة تعمل على سرعة ١٦ إلى ٢٤ كيلو متر/ساعة [١٠ إلى ١٥ ميل/ساعة] وتقطع فوق سطح التربة مباشرة ويلقي الهليون وكذلك بعض النفايات مثل التربة للخلف في الصندوق بفعل عزم القصور الذاتي.

وإنتاج محصول الهليون لكل حاصدة يعتبر منخفض بالمقارنة بمعظم

المحاصيل وعادة ما تكون في حدود ٥٥ إلى ١١٠ كيلوجرام/هكتار [٥٠ إلى ١٠٠ رطل/إيكر] عن كل يوم في حالة الحصاد بنظام الاختيار . ورأس الهليون سهلة الكسر عندما تتفتح كما في حالة الطقس البارد. والفترة القصوى بين فترات الحصاد في حالة الحصاد الغير اختياري تتحدد بمدى قابلية الهليون بتكوين الزهور أو تكوين الرأس المتفتحة (والتي تجعله غير صالح) وعندما يصبح طولها أكثر من ٢٠ إلى ٣٠ سنتيمتر[٨ إلى ١٢ بوصة]. وفي حالة وجود جو مرتفع الحرارة يصل النبات إلى ارتفاع ٢٥ إلى ٢٠ سنتيمتر [١٠ إلى ١٢ بوصة] في خلال ٤ أو ٥ أيام بعد الإنبات.

ويصل إنتاج الحصاد الغير اختياري حوالي نصف الإنتاج في حالة الحصاد اليدوي وذلك بسبب وجود النسبة العالية من الهليون القصير والقمم المقطوعة في كل مرة[٢٣] وذلك على أسس الأطوال المقبولة للتصنيع. وآليات الحصاد بنظام الاختيار تؤدي إلى وجود نسبة من الفواقد وذلك نتيجة لقطع وإتلاف الهليون الغير مختار[٢٨]. وكذلك نتيجة للاختلاف في أداء الآلة والعوامل المؤثرة عليها[٢٣]. وآلة الحصاد التي لا تعتمد على نظام الاختيار تعتبر أبسط وأكثر فاعلية من آلة الحصاد التي تعمل بنظام الاختيار وممكن أن تعمل على مساحة ضعف التي تعمل عليها الآلة الثانية وذلك نتيجة للسرعة العالية عند العمل وكذلك عدد مرات حصاد أقل. وقد لا تصلح آليات الحصاد التي لا تعمل بنظام الاختيار عندما يكون الهليون أقل من ١٥ سنتيمتر في الارتفاع [٦ بوصة] والتي تعتبر قيمتها بسيطة (كما في حالة الهليون الذي يباع طازجاً في الأسواق).

وفي تحليل على تكاليف أجري في عام ١٩٦٩ تحت الظروف الموجودة في كاليفورنيا وجد أن كلاًّ من نظامي الحصاد يعطي عائد أقل من الحصاد باليد. وزيادة تعداد النباتات في الحقل لزيادة المحصول المتوقع لكل هكتار تعتبر من أفضل الطرق لزيادة الجودة الاقتصادية من الزراعة.

وأغلب الحاصدات الآلية تضع المحصول في صناديق بطريقة غير منتظمة وأغلب طرق التصنيع تتطلب بصفة عامة أن يكون الهليون على خطوط والرؤوس كلها في اتجاه واحد كما يتم في تسليم الهليون المحصود يدوياً. وتم تطوير آلة لوضع الهليون في الاتجاه الصحيح أوتوماتيكياً باستخدام أساس أن مركز الجاذبية للهليون عادة ما يكون قريب من نهاية الساق عنه من الرأس[١٧].

**٢١ ـ ٢١ : حصاد الكرفس :**

للكرفس استعداد طيب للحصاد الآلي وذلك بسبب طبيعة نموه. ولقد تم تطوير العديد من آليات الحصاد بنجاح بطريقة اقتصادية خلال منتصف الستينات. وفي هذه الآليات يتم جذب السيقان بمجموعة من السيور المتعاكسة وبمساعدات مجموعات من السكاكين المختلفة يتم قطع المجموع الجذري. ويمكن قطع القمم الخضراء بمساعدة آلة الحصاد نفسها أيضاً. ويمكن تداول هذه النباتات بأعداد كبيرة نسبياً وذلك لوجود الأوراق الخارجية التي تقوم بفعل الحماية لهذه الأجزاء. وفي نظام الحصاد والتداول الكامل يتطلب الأمر نزع الأوراق الغير مرغوب فيها آلياً. وظل التوسع في الحصاد الآلي محدوداً حتى عام ١٩٧٦ م.

**٢١ ـ ٢٢ : حصاد السبانخ :**

يتم حصاد نسبة عالية من محصول السبانخ[٦]. والمكونات الأساسية في آلات حصاد السبانخ والمحاصيل الورقية الأخرى هي رافع للنباتات أو موجه ونظام للقطع ونظام لرفع المادة المقطوعة وتوصيلها إلى شاحنة تحمل كميات كبيرة أو مقطورة أو في صناديق كرتون أو أي أوعية صغيرة أخرى موجودة على آلة الحصاد. وأحد أنظمة القطع يتكون من قرص دوار حاد يدور بسرعة كبيرة لكل خط.

# مراجــع

1 - ADRIAN, P.A. , D. H. LENKER, and D. NASCIMENTO, and D. NASCIMENTO, A mechanical trimmer for criphead lettuce - refinements, field tests, and performance. Trans. ASAE, 19(5):835 - 839, **1976.**

2 - ADRIAN, P. A., M. ZAHARA, D. H. LENKER, W. B. GODDARD and G.W. FRENCH. A comparative study of selectors for maturity of crisp head lettuce. Trans ASAE 16(2): 253 - 257, 1973.

3 - BERLAGE, A.G., and G.E. YOST. Tree walls for the tree fruit industry. Agr. Eng., 49:198 - 201, Apr., 1968.

4 - BLEDSOE, B. L., and A.H. MORGAN. Pod detaching mechanisms for snap bean harvesters Trans ASAE, 15(4):638 - 643, 1972.

5 - BOOSTER, D.E. Mowing method of harvesting strawberries. Trans. ASAE, 17(6):1053 - 1056. 1974.

6 - CARGILL, B. F., and G.E. ROSSMILLER, Editors. Fruit and Vegetable Harvest Mechanization - Technological Implications . Rural Manpower Center Rept. 16. Muchigan State Univ. East Lansing. Mich, Mich., 1969.

7 - CHEN, P., and J.J. MEHLSCHAU. An over - the - row Boysenberry harvester. Trans. ASAE, 17(2):205 - 208, 1074.

8 - COPPOCK, G. E. Development of a limb shaker for harvesting Florida citrus. Trans ASAE, 17(2): 262 - 265, 1974.

9 - FRIDLEY, R. B., and P.A.ADRIAN. Mechanical harvesting equipement for deciduous tree fruits. California Agr. Expt. Sta. Bull 825, 1966.

10 - FRIDLEY, R. B., and P.A. ADRIAN. Evaluating the feasibility of mechanizing crop harvest Trans. ASAE, 11(3):350 - 352, 1968.

11 - FRIDLEY, R. B., P.A. ADRIAN, L.L. CLAYPOOL, A. D. RIZZI, and S.J. LEONARD. Mechanical harvesting of cling peaches. California Agr. Expt. Sta. Bull. 851, 1971.

12 - FRIDELEY, R.B., H.T. HARTMAN, T. J. MEHLSCHAU, P. CHEN, and J. WHISLER. Olive harvest mechanization in California . California Agr. Agr. Expt. Sta. Bull. 855, 1971.

13 - FRIDELEY, R. B., J.J. MEHLSCHAU. P. A, ADRIAN, AND J. A.

BEUTEL. Multilevel platform system for harvesting hedgerow - trained trees. Trans. ASAE, 12(6):806 - 869, 1969.
14 - Fruit and vegetable harvesting publications - 1971 ASAE bibliography. ASAE Special Publication SP - 01 - 71. ASAE St. Joseph, Mich.
15 - GARRETT, R. E. Control system for a selective lettuce harvester. Trans. ASAE, 10(1):69, 73, 1967.
16 - GARRETT, R. E., and W.K.TALLEY, Use of gamma ray transmission in selecting lettuce for harvest. Trans. ASAE, 13(6):820 - 823, 1970.
17 - GRADWOHL, D. R. Developing and orienter for mechanically harvested asparagus. Agr. Eng. 52:312 - 313, June, 1971.
18 - HARRIOTT, B. L., E. FOSTER, II. and J.H. PARK. Mechanisms. culture. mechanical cantaloupe harvest. Trans. ASAE, and varieties for selective 13(1):48 - 50, 55, 1970.
19 - HOAG. D.L., J. R. HUTCJINSON, and R.B. FRIDLEY. FRIDLEY. Effect Effect of proportional, nonpropotional and nonlinear damping on dynamic on dynamic response of tree limbs. Trans. ASAE, 13(6):879 - 884, 1970.
20 - HOLMES, R.G., and J.H.RUFF. Development of the air - suspension, stem - vibration strawberry harvester. ASAE Paper 75 - 1060, June, 1975.
21 - HORSFIELD, B. C., R. B. Fridley, and L.L.CLAYPOOL. Optimizing mechanical harvesting procedures for apricots of nonuniform maturity. Trans. ASAE, 15(5):878 - 882, 1972.
22 - HUMPHRIES, E. G.A. second generation multiple - pick cucmber harvester. Trans ASAE, 14(5):886 - 889, 1971.
23 - KEPNER, R. A. Selective versus nonselective mechanical harvesting of green asparagus. Trans. ASAE, 14(3):405 - 410, 1971.
24 - LENKER, D.H., and P.A. ADRIAN. Use of X - rays for selecting mature lettuce heads Trans. ASAE, 14(5):894 - 898, 1971.
25 - LENKER, D.H., P.A. ADRIAN, G. W. FRENCH, and M.ZAHARA, Selective mechanical lettuce harvesting system. Trans. ASAE, 16(5):858 - 861, 866, 1973.
26 - LENKER, D.H., and S.L. HEDDEN, Optimum shaking action for citrus fruit harvesting. Trans. ASAE, 11(3):347 - 349, 1968.
27 - MARSHALL, D.E., and S.L. HEDDEN. Design and performance of an experimental citrus fruit pick - up machine. Trans. ASAE, 13(3):406 - 408, 1970.
28 - MEARS, D. R., J.J. MOORE, and PARASHURAM. The potential of mechanical asparagus harvesters. Trans. ASAE, 12(6):813 - 815, 821, 1969.
29 - O'BRIEN, M.Automatic fillers for citrus. deciduous fruit. and vegetable bins, Trans ASAE, 12(6):733 - 735, 1969.
30 - O'BRIEN, M.,J.P.GENTRY, and R.C. GIBSON. Vibrating characteristics of fruits as related to in - transit injury. Trans. ASAE, 8(2):241 — 243, 1965.
31 - O'BRIAN, M., and B.L.HARRIOTT. A melon pickup machine for reducing onerous labor. Trans. ASAE, 18(5):803 - 805, 1975.
32 - O'BRIEN, M.., and M. ZAHARA. Mechanical harvest of melons. Trans. ASAE. 14(5):883 - 885, 1971.

33 - QUICǨ G. R. New approach to strawberry harvesting using vibration and air. Trans ASAE, 14(6):1180 - 1183, 1971.
34 - SHEPARDSON, E.S., J.G. POLLOCK, and G.E. REHKUGLER. Research and development of a lettuce harvester. Trans. ASAE, 17(2):212 - 216, 1974.
35 - STUDER, H. E., and H.P. OLMO. The severed cane technique and its application to mechanical harvesting of raisin grapes. Trans. ASAE, 14(1):38 - 43, 1971.
36 - The MSU - CML strawberry capper. Agr. Eng., 56(2):20, Feb., 1975.
37 - WHIYNEY, J.D., and J.M. PATTERSON. Development of a citrus removal device using oscillating forced air. Trans. ASAE, 15(5):849 - 855, 860, 1972.

## مسائــل

٢١ ـ ١: إذا اعتبر جسم أو فاكهة محملة على سير ناقل أفقي والذي له سرعة خطية V ويمر على طارة ذات نصف قطر R. فإذا كان مركز ثقل الجسم على بعد مسافة من السير قدرها dg. استنتج المعادلات التي تعبر عن كل من الآتي بدلالة كل من V, dg, R افترض أن الجسم لا ينذلق أو يتدحرج على السير وأهمل سمك السير حدد وحدات كل متغير.

أ ـ زاوية الدوران θ بعد الخط الرأسي الذي يمر بمركبة الطيارة، والتي عندها يترك الجسم السير.

ب ـ مركبة السرعة الأفقية Vht للجسم عند تركه للسير.

جـ ـ أقل سرعة للسير والتي عندها يترك الجسم السير مباشرة فوق خط مركز الطارة (θ = صفراً).

٢١ أ ٢:

أ ـ مستخدماً العلاقات المستنتجة في المسألة ٢١ ـ ١، احسب أقل سرعة للسير عند θ = صفر عندما تحمل فاكهة على السير ذات مركز ثقل dg مقدار ٢٨ ملليمتر وتمر حول طارة قطرها ١٥٠ ملليمتر.

ب ـ احسب قيمة الزاوية θ عند سرعة سير قدرها ٣٨ متر/دقيقة.

جـ ـ إذا تلفت بعض الفواكه من سقوطها من ارتفاعات أعلى من ٢٣ سنتيمتر. احسب سرعة التصادم لمسافة السقوط ٢٣ سنتيمتر وقارنها مع الإجابة في أ.

# الملاحق

# ملحق ( أ )
# متطلبات الشد والطاقة والقدرة

| الآلة | المجال النمطي للمتطلبات | مراجع |
|---|---|---|
| **الحراثة** | | |
| محراث مطرحي أو قرصي | ١ , ٢ ـ ١ , ٤، ٤ , ٣ ـ ٢ , ٦، ٥ , ٥ ـ ٧ , ٩ نيوتن / سنتيمتر مربع [٣ ـ ٦، ٥ ـ ٩ ، ٨ ـ ١٤ رطل قوة/بوصة مربعة] | ٢ |
| فجاج (في تربة متماسكة) | ١ , ٨ ـ ٦ , ٣ كيلو نيوتن لكل بدن [٤٠٠ ـ ٨٠٠ رطل قوة لكل بدون] | |
| محراث قرصي رأسي (قرص ذو اتجاه واحد) | ٦ , ٢ ـ ٨ , ٥ كيلو نيوتن/ متر [١٨٠ ـ ٤٠٠ رطل قوة/ قدم] | ٢ |
| مشط قرصي | | |
| أحادي الفعل | ٧ , ٠ ـ ٥ , ١ كيلو نيوتن / متر [٥٠ ـ ١٠٠ رطل قوة / قدم] | ٢ |
| مترادف (أحمال خفيفة) | ٥ , ١ ـ ٩ , ٢ كيلو نيوتن / متر [١٠٠ ـ ٢٠٠ رطل قوة / قدم] | ٢ |
| منحرف أو مترادف أحمال ثقيلة | ٦ , ٣ ـ ٨ , ٥ كيلو نيوتن / متر [٢٥٠ ـ ٤٠٠ رطل قوة / قدم]. | ١، الباب ٧ |
| تحت التربة | ١٢٠ ـ ١٩٠، ١٩٠ ـ ٢٨٠ نيوتن/ سنتيمتر عمق ب [٧٠ ـ ١١٠، ١١٠ ـ ١٦٠ رطل قوة ١·بوصة عمق] | ٢ |
| محراث حفار أو عزاقة | | ٣ , ٤ |
| حقلية بأسلحة حفارة | ٢٣ , ٠ ـ ٦٩ , ٠ كيلو نيوتن/ متر لكل سنتيمتر عمق [٤٠ ـ ١٢٠ رطل قوة / قدم لكل بوصة عمق] | |

| الآلة | المجال النمطي للمتطلبات | مراجع |
|---|---|---|
| عزقات حقلية مع اسلحه مجنحة ٨ ـ ١٣ سنتيمتر | | |
| [٣ ـ ٥ بوصة] عمق ٤ ,١ ـ ٤ ,٤ كيلو نيوتن متر [١٠٠ ـ ٣٠٠ رطل قوة/قدم] | | ٣، ٤ |
| محراث دوراني، نوع عادي. | | |
| ٨ إلى ١٠ سنتيمتر [٣ ـ ٤ بوصة] في القطعة ١٠ ـ ١٧، ١٧ ـ ٢٤، ٢١ ـ ٢٨ نيوتن / سنتيمتر مربع ٢، باب ٩ | | |
| | [ما يعادل ١٥ ـ ٢٥، ٢٥ ـ ٣٥، ٣٠ ـ ٤٠ رطل قوة / بوصة[٢]) | |
| مشط ذو أسنان | | |
| زنبركية | ١ ,١ ـ ٢,٩ كيلونيوتن/ متر [٧٥ ـ ٢٠٠ رطل قوة/ قدم] | ١ ,٢ |
| مشط ذو أسنان | ٣, ـ ٩, ٠ كيلو نيوتن/ متر [٢٠ ـ ٦٠ رطل قوة/ قدم] | ٢ |
| آلة تقطيع حشائش | ٩, ٠ ـ ١,٨ كيلو نيوتن/ متر [٦ ـ ٢٠ رطل قوة/ قدم] | ١ |
| عجلات كبس | ٣, ٠ ـ ٢, ٢ كيلو نيوتن/ متر [٢٠ ـ ١٥٠ رطل قوة/ قدم] | ١ |
| عزاقة دورانية | ٤, ٠ ـ ١, ٥ كيلونيوتن/ متر [٣٠ ـ ١٠٠ رطل قوة / قدم] | ١ |
| آلات العزيق في صفوف | | |
| غير عميق | ٦, ٠ ـ ٢, ١ كيلو نيوتن/ متر [٤٠ ـ ٨٠ رطل قوة/ قدم] | ٢ |
| عميق | ١١, ٠ ـ ٢٣, ٠ كيلو نيوتن/ متر لكل سنتيمتر عمق | |
| | [٢٠ ـ ٤٠ رطل قوة/ قدم لكل بوصة عمق] | ٢ |
| الزراعة | | |
| الزراعة في خطوط وسطور | | |
| بذور فقط | ٤٥, ٠ ـ ٨, ٠ كيلو نيوتن (١٠٠ ـ ١٨٠ رطل قوة لكل صف) | ٢ |
| تسطير الحبوب | ٤, ٠ ـ ١, ٥ كيلو نيوتن/ متر (٣٠ ـ ١٠٠ رطل قوة/ قدم) | ١ |
| الحصاد | | |
| المحصدة | ١ ـ ٢ كيلو وات/ متر لعمود الإدارة الخلفي | الباب ١٤ |
| | [٤, ٠ ـ ٨, ٠ حصان/ قدم][د] | |
| تبييل الدريس | ٨, ٠ ـ ٢١ كيلووات ساعة/ ميجاجرام | الباب ١٥ |
| | [١ ـ ٢,٥ حصان ساعة/ طن][هـ] | |
| تكعيب الدريس إدارة ذاتية | ١٦ ـ ٢٥ كيلووات ساعة/ ميجاجرام | الباب ١٥ |
| | [٢٠ ـ ٣٠ حصان ساعة/ طن] | |

| الآلـة | المجال النمطي للمتطلبات | مـراجـع |
|---|---|---|

آليات تقطيع الحقلية ذو المضارب

بدون إعادة للتقطيع ١,١ ـ ٢,١ كيلوات ـ ساعة/ ميجاجرام (١,٣ ـ ٢,٥ حصان ساعة/ طن)ـ [a] — ٢

مع حدافة وإعادة تقطيع ١,٦ ـ ٣,٣ كيلووات ـ ساعة/ ميجاجرام [٢ ـ ٤ حصان ـ ساعة/ طن][c] — الباب ١٦

آلة تقطيع حقلية مع عمود للقص[d]

سيلاج الذرة ١٣ مليمتر (نصف بوصة) ٠,٧ ـ ١,٦ كيلووات ـ ساعة/ ميجاجرام (٠,٨ ـ ٢ حصان ـ ساعة/ طن] — ٢، الباب ١٦

حشائش خضراء سيلاج بقوليات ٠,٨ ـ ٢,١ كيلووات ـ ساعة/ ميجاجرام [١ ـ ٢,٥ حصان ـ ساعة/ طن][c] — الباب ١٦

حشائش ذو نسبة رطوبة منخفضة سيلاج بقـوليات ١,٦ ـ ٤,١ كيلووات ـ سـاعة/ميجـاجرام [٢ ـ ٥ حصـان ـ ساعة/طن]. — الباب ١٦

آلة ضم ودراس ذاتية الحركة
٣,٣ ـ ٤,٩ كيلووات ـ ساعة/ ميجاجرام [٤ ـ ٦ حصان ـ ساعة/طن].

آلة ضم الذرة، صفين
٩ ـ ١٥ كيلووات [١٢ ـ ٢٠ حصان].

---

أ ـ الشد النوعي (قوة لكل وحدة مساحة مقطع الإخـدود) لكل من تـربة خفيفـة ومتوسـطة وثقيلة على الترتيب .

ب ـ المجالات هي لأراضي رملية لومية ومتوسطة أو طينية لومية على الترتيب .

جـ ـ قدرة دورانية ، ولكن معبراً عنها بما يعادلهـا كشد نـوعي . والطاقـة النوعيـة ، بالكيلو حول/ متر$^3$ = ١٠ × الشد النوعي نيوتن/ سنتيمتر$^2$ . والمجال لتربة خفيفة ومتوسطة وثقيلة . وزيادة طول القطع إلى ١٥ سنتيمتر [٦ بوصات] يخفض الطاقة المطلوبة من ٢٠ إلى ٢٥٪ (شكل ٩ ـ ٧) .

د ـ لا تشتمل على الشد نتيجة للسحب على عمود القطع .
هـ ـ لا تشتمل على الشد نتيجة لمقاومة الدوران .
و ـ الطاقة المطلوبة لكل وحدة كتلة وتكون عند أقل مستوى لها عند معدلات التغذية العالية ، سرعة منخفضة لرأس القطع لأطوال قطع كبيرة .

## مراجع


1 - ,Agricultural machinery management data. Agricultural Engineers Yearboork, 1976, pp. 322 - 329, ASAE, St. Joseph, Mich ٢

2 - Costs and use, farm mœchinery. Agricultural Engineers Yearbook, 1963, pp. 227 - 233. ASAE, St. Joseph, Mich .

3 - DOWDING, E., J. A. HERGUSON, and C. F. BECKER. A comparison of four summerfallow tillage methods based on seasonal - tillage energy requirement, moisture conservation, and crop yied. ASAE Paper 66 - 122, June, 1966.

4 - PROMERSBERGER, W. J., and G. L. PRATT. Power requirements of tillage implements. North Dakota Agr. Expt. Sta. Bull. 415, 1958.

# ملحق ( ب )
# سرعات التشغيل النمطية للآليات الزراعية

| الآلـــة | سرعة التشغيل كيلو متر/ ساعة | سرعة التشغيل ميل/ ساعة |
|---|---|---|
| **الحراثة** | | |
| عزاقات حقلية | ٥,٦ - ٨,٩ | ٣,٥ - ٥,٥ |
| عزاقات، محاصيل الصفوف | | |
| العزيق الأول (قريبة من النباتات) | ٢,٤ - ٤,٨ | ١,٥ - ٣ |
| العزيق النهائي | ٤,٠ - ٨,٩ | ٢,٥ - ٥,٥ |
| مشط قرصي | ٥,٦ - ٩,٧ | ٣,٥ - ٦ |
| محراث (مطرحي أو قرصي) | ٥,٦ - ٨,٩ | ٣,٥ - ٥,٥ |
| أسطوانات كبس (مراد يس) | ٤,٨ - ٩,٠ | ٣ - ٦ |
| عزاقة دورانية | ٨ - ١٨ | ٥ - ١١ |
| مشط مسنن | ٥,٦ - ٩,٧ | ٣,٥ - ٦ |
| مشط ذو أسنان زنبركي | ٥,٦ - ٩,٧ | ٣,٥ - ٦ |
| **البذارات** | | |
| نثر | ٦,٤ - ١٠ | ٤ - ٦,٥ |
| تسطير | ٤ - ٨,٩ | ٢,٥ - ٥,٥ |
| آلة زراعة في خطوط | | |
| ذرة - قطن - فول الصويا | ٥,٦ - ٩,٧ | ٣,٥ - ٦ |
| أغلب المحاصيل الأخرى وتشمل الخضروات | ٤ - ٧,٢ | ٢,٥ - ٤,٥ |

| الآلــة | سرعة التشغيـل كيلو متر/ساعة | ميل/ساعة |
|---|---|---|
| **الحصاد** | | |
| آليات الضم والدراس ـ الحبوب أو الذرة | ٣,٢ - ٥,٦ | ٢ ـ ٣,٥ |
| (قد تصل السرعة إلى قيمة منخفضة حتى تبلغ ٠,٨ كيلومتر/ ساعة [$\frac{١}{٢}$ ميل/ ساعة] في بعض المحاصيل ) | | |
| حصاد الذرة | ٣,٢ - ٦,٤ | ٢ - ٤ |
| جمع القطن (من نوع المغازل | ٢,٤ - ٥,٦ | ١,٥ ـ ٣,٥ |
| نزع القطن | ٣,٢ - ٦,٤ | ٢ - ٤ |
| تقطيع حقلية من نوع قضبان القص | ٣,٢ - ٧,٢ | ٢ - ٤,٥ |
| التبيل للدريس | ٣,٢ - ٨ | ٢ - ٥ |
| محصدة | ٥,٦ - ٨,٩ | ٣,٥ - ٥,٥ |
| محصدة مكيفة | ٥,٦ - ٨ | ٣,٥ - ٥ |
| آلية تجنيب | ٥,٦ - ١١ | ٣,٥ - ٧ |
| آلية تصفيف، ذاتية الحركة | ٥,٦ - ٨,٩ | ٣,٥ - ٥,٥ |
| **آليات أخرى** | | |
| نثر السماد | ٤,٨ - ٨ | ٣ - ٥ |
| محصدة دوارة (تقطيع سيقان) | ٤,٨ - ٩,٧ | ٣ - ٦ |
| رشاشة | ٤,٨ - ٨ | ٣ - ٤ |

## مراجـــع

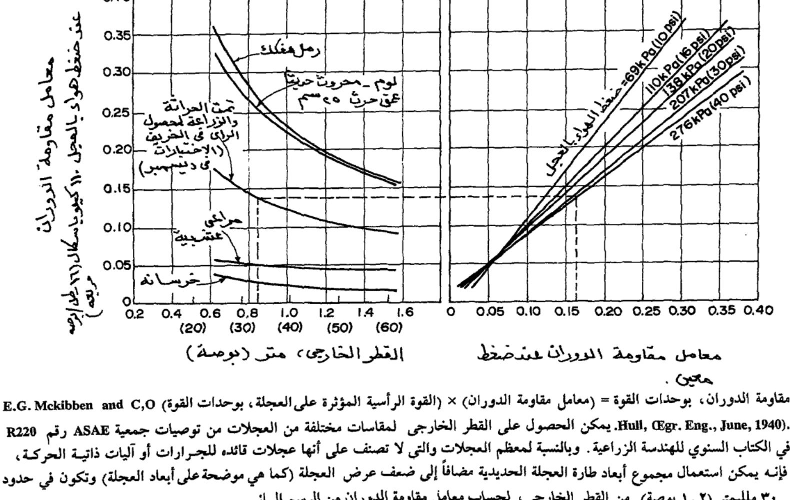

1 - Agricultural Machinery Management Data. Agricultural Engineers Yearbooks, 1976, pp. 322 - 329. ASAE, St. Joseph, Mich.

2 - BOWERS, W. Modern Concepts of Farm Machinery Management. Stipes Publishing Co., Champaign, III., 1970.

3 - FAIRBANKS, G. E., G. H. Larson, and D. CHUNG. Cost of using farm machinery, Trans. ASAE, 14(1) 98 - 101, 1971.

4 - HUNT. D. Farm Power and Machinery Management, 6th Edition. lowa State University Press. Ames, lowa, 1973.

# ملحق جـ : معاملات مقاومة الدوران للعجلات المطاط




مقاومة الدوران، بوحدات القوة = (معامل مقاومة الدوران) × (القوة الرأسية المؤثرة على العجلة، بوحدات القوة) E.G. Mckibben and C,O Hull, Œgr. Eng., June, 1940). يمكن الحصول على القطر الخارجي لمقاسات مختلفة من العجلات من توصيات جمعية ASAE رقم R220 في الكتاب السنوي للهندسة الزراعية. وبالنسبة لمعظم العجلات والتي لا تصنف على أنها عجلات قائده للجرارات أو آليات ذاتية الحركة، فإنه يمكن استعمال مجموع أبعاد طارة العجلة الحديدية مضافاً إلى ضعف عرض العجلة (كما هي موضحة على أبعاد العجلة) وتكون في حدود ٣٠ ملليمتر (١,٢ بوصة) من القطر الخارجي، لحساب معامل مقاومة الدوران من الرسم البياني.

# ملحق (د)
## رموز مخططات الدوائر الهيدروليكية
## قائمة جزئية من المواصفات القياسية القومية الأمريكية

| الرمز | الوصف |
|---|---|
| | ياى |
| | يدوى (رمز عام) |
| | زر ضغط |
| | رافعة سحب وضغط |
| | دوّاسة |
| | ميكانيكى |
| | رافعة تثبيت الوضع (الخط الرأسى يوضح أى سنة مستخدمة) |
| | معوض للضغط |
| | مفتاح سلينويد أحادى الملف |
| | محرك يمكن عكس اتجاه حركته |
| | ضغط رئيسى ، والتحكم من على بعد فى التغذية |
| | ضغط رئيسى ، التغذية داخلية |
| | مفرق رئيسى |

| الرمز | الصمامات |
|---|---|
| | مراجعة |
| | مفتاح (فتح - قفل) يدوى |
| | تخفيض الضغط ذو الفعل المباشر يشمل أوضاع لا نهائية وعادة ما تكون مقفولة لمكان توصيل واحد . |
| | مخفض ضغط ذو فعل مباشر يشمل أوضاع لا نهائية وعادة ما تكون مفتوحة لمكان توصيل واحد . |
| | التحكم فى السريان يمكن ضبطه بدون تعويض |
| | التحكم فى السريان يمكن ضبطه والتحكم يمكن تعويضه مع وجود تحويلة له مرور جانبى |
| | اتجاهين (مكانين للوصول) ذو وضعين |
| | ثلاث اتجاهات (ثلاثة أماكن للوصول) وضعين |
| | أربع اتجاهات (أربعة أماكن للوصول) وضعين |
| | أربع اتجاهات (ثلاثة أوضاع ، المركز مغلق) |
| | مركز مفتوح ذو أربعة اتجاهات ثلاثة أوضاع ومكانين للوصول |
| | قضبان أفقية تدل على صمام قادر على التحرك فى عدد لا نهائى من المواقع المحدودة |
| | مجموعى (أضف الأقسام والأجزاء الداخلية) |

يمكن إشراك الرموز الأساسية بطرق أخرى عديدة لتمثل مكونات أخرى. جميع الرموز فيما عدا المجمعات بها فتحات تهوية، والخطوط إلى الخزانات يمكن دورانها أو عكسها. في دائرة توصيل، كل رمز يجب أن يرسم ليبين الوضع العادي أو حالة التعادل للمكونة التابع لها، إلا إذا تعددت المخططات لتبين الأوجه المختلفة لتشغيل الدائرة.

| طلمبات - محركات - اسطوانات | |
|---|---|
| طلمبة احادية إزاحة ثابتة | |
| طلمبة احادية إزاحة متغيرة | |
| محرك هيدروليكي إزاحة ثابتة | |
| محرك هيدروليكي إزاحة متغيرة | |
| محرك هيدروليكي ثنائي الإتجاه | |
| اسطوانة أحادية الفعل | |
| اسطوانة مزدوجة الفعل | |
| متنوعات | |
| خزان مفتوح على الهواء | |
| مجمع ذو زنبرك للتحميل | |
| مجمع مشحون بالغاز | |
| مبرد (مبادل حراري) | |
| مرشح (مصفاه) | |
| مكونات محتوية ربما يمثل أجزاء مجمعة لجزء واحد | |
| إتجاه دوران العمود السهم في الجانب القريب من العمود | |

| الخطوط وعمل الخطوط | |
|---|---|
| خط عمل رئيسي | |
| | |
| خط صرف | |
| اتجاه سريان هيدروليكي / هواء | |
| تقاطع خطوط | |
| وصلة خطوط | |
| خط مرن | |
| خط مع قيود ثابتة | |
| محطة (اختبار - قياس - أو قدرة) | |
| خط للخزان * فوق مستوى المائع تحت مستوى المائع | |
| أنبوبة تهوية | |
| وحدة قابلة للضبط أو متغيرة السهم بزاوية ٤٥ خلال الرمز | |
| وحدة تعويض للضغط (السهم موازي للجانب القصير في الرمز) | |
| سبب أو تأثير درجة حرارة | |

* أي عدد من هذه الرموز يمكن استخدامه في شكل واحد ليمثل نفس الخزان.

# الملحق (هـ)
# وحدات SI والوحدات المتبعة عادة ومعاملات التحويل

هـذا الملحق يعرف وحـدات SI والواحـدة المتبعة عـادة في الـولايـات المتحدة ورموزها المستخدمـة في هذا الكتـاب . وتشمل الـوحدات المفـردة وتحويلتها المستخدمة في هذا الكتاب وأغلب معاملات التحويلات المركبة .

وحدات SI ورموزها

| اسم الوحدة | الرمز | تعريفها | الكمية |
|---|---|---|---|
| متر | m | وحدة أساسية | طول |
| كيلوجرام | Kg | وحدة أساسية | كتلة |
| ثانية | S* | وحدة أساسية | زمن |
| نيوتن | N | $Kg. m/s^2$ | قوة |
| بسكال | Pa | $N/m^2$ | ضغط |
| *جول | J | N. m | طاقة، شغل |
| وات | W | J/S | قدرة |
| هكتار | ha | $hm^2$ | مساحة (أرض) |
| لتر | L | $dm^3$ | حجم (سائل) |

* تستعمـل هذه الـوحدات والـرموز في كـلا من نـظام SI والنـظام المعتـاد في الـولايـات المتحدة .

| اسم الوحدة | الرمز | تعريفها | الكمية |
|---|---|---|---|
| دقيقة | min* | 60S | زمن |
| ساعة | h* | 60 min | زمن |
| هيرتز | HZ* | $S^{-1}$ | تردد |
| درجة | O* | n/ 180 radians | زاوية مستوية |
| درجة مئوية | °C | Kelvin - 273.15 | درجة حرارة |

**بادئات وحدات SI (قائمة جزئية)**

| مضاعف | الاسم | الرمز | قاسم | الاسم | الرمز |
|---|---|---|---|---|---|
| ١٠^١٢ | تيرا | T | ١٠^-١ | ديسي | d |
| ١٠^٩ | جيجا | G | ١٠^-٢ | سنتي | C |
| ١٠^٦ | ميجا | M | ١٠^-٣ | مللي | m |
| ١٠^٣ | كيلو | K | ١٠^-٦ | ميكرو | µ |
| ١٠^٢ | هيكتو | h | | | |

## الوحدة المتبعة عادة في الولايات المتحدة والرموز أو اختصاراتها

| الرمز أو الاختصار | اسم الوحدة | الرمز أو الاختصار | اسم الوحدة |
|---|---|---|---|
| bu | بوشل | in | بوصة |
| cfm | قدم مكعب في الدقيقة | Ib | رطل كتلة |
| °F | درجة فهرنهيت | Lbf | رطل قوة |
| ft | قـــدم | mpf | ميل / ساعة |
| gal | جالون | psi | رطل/بوصة٢ (ضغط أو إجهاد) |
| gpm | جالون في الدقيقة | | |
| hp | حصان ميكانيكي | r/min* | دورة لكل دقيقة |

# معاملات التحويل

كل معامل يكتب كرقم أكثر من واحد وأقل من ١٠ . وبعـد ذلك يتبـع الرقم بالحرف هـ (للمعامـل الاس) وعلامـة زائد أو نـاقص مكونـة من رقمين لتـوضح الاس للرقم ١٠ والـذي لا بد أن يضـرب فيه للحصـول على القيمـة الصحيحـة ، أي عدد الأمـاكن التي يجب أن تحرك فيهـا العلامـة العشريـة . مثال :

٣,٥٢٣٩٠٧ هـ - ٢ تمثل ,٠٣٥٢٣٩٠٧

٣,٣٨٦٣٨٩ هـ + ٣ تمثل ٢٣٨٦,٣٨٩

| للتحويل من | إلـــى | إضرب في |
|---|---|---|
| العجلة | | |
| سقوط حر (g) | متر لكل ثانية مربعة (م/ثانية)٢ | ٩,٨٠٦٦٥٠ هـ + ٠ |
| مساحة | | |
| بوصة مربعة ($in^2$) | سنتيمتر مربع ($cm^2$) | ٦,٤٥١٦٠٠ هـ + ٠ |
| ايكر | هكتار (ha) | ٤,٠٤٦٨٥٦ هـ - ١ |
| ايكر | كيلوهكتار (kha) | ٤,٠٤٦٨٥٦ هـ - ٤ |
| ايكر | ميجا هكتار (Mha) | ٤,٠٤٦٨٥٦ هـ - ٧ |
| مساحة/ طول | | |
| بوصة مربعة/بوصة ($in^2/in$) | سنتيمتر مربع لكل ملليمتر ($cm^2/mm$) | ٢,٥٤٠٠٠٠ هـ - ١ |

| التحويل من | إلى | ضرب في |
|---|---|---|
| مساحة/ زمن | | |
| ايكر لكل ساعة (acre/hr) | هكتار/ ساعة (ha/h) | ٤,٠٤٦٨٥٦ هـ ـ ١ |
| طاقة أو شغل | | |
| قدم ـ رطل قوة (ft - lbt) | جول (J) | ١,٣٥٥٨١٨ هـ ـ ٠ |
| قدم ـ رطل قوة (ft - lbf) | كيلو جول (kj) | ١,٣٥٥٨١٨ هـ ـ ٣ |
| حصان ـ ساعة (hp - h). | كيلووات (KW. h) | ٧,٤٥٦٩٩٤ هـ ـ ١ |
| طاقة/ كتلة | | |
| حصان ـ ساعة لكل طن (hp - h / ton) | كيلووات ـ ساعة لكل ميجاجرام ( KW . h / Mg ) | ٨,٢١٩٩٣٥ هـ ـ ١ |
| طاقة / حجم | | |
| حصان ـ ساعة جالون (hp - h/gat) | كيلووات ـ ساعة لكل لتر (km - h/l) | ١,٩٦٩٩٣١ هـ ـ ١ |
| قـوة | | |
| رطل قوة (lbf) | نـيـوتـن (N) | ٤,٤٤٨٢٢٢ هـ ـ ٠٠ |
| رطل قوة | (كيلو نيوتن (KN) | ٤,٤٤٨٢٢٢ هـ ـ ٣ |
| قوة/ مساحة (ليست ضغط أو إجهاد) | | |
| رطل قوة لكل بوصة مربعة (lbf/in²) | نيوتن لكل سنتيمتر مربع. (N/cm²) | ٦,٨٩٤٧٥٧ هـ ـ ١ |
| قوة / طول | | |
| رطل قوة لكل بوصة (lbf/in) | نيوتن لكل سنتيمتر (N/cm) | ١,٧٥١٢٦٩ هـ ـ ٠٠ |
| رطل قوة لكل بوصة (lbf/in) | كيلو نيوتن لكل متر (KN/) | ١,٧٥١٢٦٩ هـ ـ ١ |
| رطل قوة لكل قدم (lbf/lb) | كيلو نيوتن/متر (KN/m) | ١,٤٥٩٣٩٠ هـ ـ ٢ |
| قوة / كتلة | | |
| رطل قوة/رطل (lbf/lb) | نيوتن لكل كيلو جرام (N/kg) | ٩,٨٠٦٦٥٠ هـ ـ ٠٠ |
| قوة/ قدرة | | |
| رطل قوة لكل حصان (lbf/hp) | كيلونيوتن لكل كيلووات (N/KW) | ٥,٩٦٥١٦٤ هـ ـ ٠٠ |
| رطل قوة لكل حصان (lbf/hp) | كيلو نيوتن لكل كيلو وات (KN/Kw) | ٥,٩٦٥١٦٤ هـ ـ ٣ |

| التحويل من | إلى | ضرب في |
|---|---|---|
| طــول | | |
| بوصة (in) | ملليمتر (mm) | ٢,٥٤٠٠٠٠ هـ + ١ |
| بوصة (in) | سنتيمتر (cm) | ٢,٥٤٠٠٠٠ هـ - ٠ |
| بوصة (in) | متر (m) | ٢,٥٤٠٠٠٠ هـ - ٢ |
| قدم (ft) | متر (m) | ٣,٠٤٨٠٠٠ هـ - ١ |
| ميل | كيلومتر (Km) | ١,٦٠٩٣٤٤ هـ + ٠ |
| كتلــة | | |
| رطل (lb) | جرام (g) | ٤,٥٣٥٩٢٤ هـ + ٢ |
| رطل (lb) | كيلو جرام (kg) | ٤,٣٩٥٩٢٤ هـ - ١ |
| طن | ميجاجرام (Mg) | ٩,٠٧١٨٤٧ هـ - ١ |
| طن | جيجاجرام (Gg) | ٩,٠٧١٨٤٧ هـ - ٤ |
| طن | تيراجرام (Tg) | ٩,٠٧١٨٤٧ هـ - ٧ |
| كتلة/ مساحة | | |
| رطل لكل أيكر (lb/acre) | كيلوجرام لكل هكتار (Kg/)ha | ١,١٢٠٨٥١ هـ + ٠ |
| طن لكل أيكر (ton/acre) | ميجاجرام لكل هكتار (Mg/ha) | ٢,٢٤١٧٠٢ هـ + ٠ |
| كتلة طاقة (الاستهلاك النوعي للوقود) | | |
| رطل لكل حصان - ساعة (lb/hp - h) | كيلوجرام لكل كيلووات - ساعة (Kg/Kw.h) | ٦,٠٨٢٧٧٤ هـ - ١ |
| كتلة / طول | | |
| رطل/ قدم (lb/ft) | كيلوجرام لكل متر (Kg / m) | ١,٤٨٨١٦٤ هـ ٠٠ |
| كتلة / كتلة | | |
| رطل / طن (lb/ton) | كيلو جرام لكل ميجاجرام(Kg/Mg) | ٥,٠٠٠٠٠٠ هـ - ٠ |
| كتلة / زمن | | |
| رطل لكل دقيقة (lb/min) | كيلو جرام/دقيقة (Kg/min) | ٤,٥٣٥٩٢٤ هـ - ١ |
| طن لكل ساعة (ton/h) | ميجاجرام/ساعة(Mg/ h) | ٩,٠٧١٨٤٧ هـ - ١ |
| كتلة / حجم | | |
| رطل/جالون (Ib/gal) | جرام لكل لتر (g/L) | ١,١٩٨٢٦٤ هـ + ٢ |
| رطل/جالون (lb/gal) | كيلوجرام لكل لتر (Kg/L) | ١,١٩٨٢٦٤ هـ - ١ |
| رطل / قدم مكعب ($lb / ft^3$) | كيلوجرام لكل متر مكعب($Kg /m^3$) | ١,٦٠١٨٤٦ هـ + ١ |

| التحويل من | إلى | إضرب في | |
|---|---|---|---|
| قـــدرة | | | |
| حصان (hp) | كيلووات (Kw) | ٧,٤٥٦٩٩٩ | هـ - ١ |
| القدرة / طول | | | |
| حصان لكل بوصة (hp/in) | كيلووات لكل سنتيمتر(Kw/ cm) | ٢,٩٣٥٨٢٦ | هـ - ١ |
| حصان لكل قدم (hp/ft) | كيلووات/متر (KW/m) | ٢,٤١٦٥٢٢ | هـ +٠ |
| ضغط أو إجهاد | | | |
| رطل قوة / بوصة مربعة (psi) | كيلو بسكال (Kpa) | ٦,٨٩٤٧٥٧ | هـ +٠ |
| رطل قوة/بوصة مربعة (psi) | ميجا بسكال (Mpa) | ٦,٨٩٤٧٥٧ | هـ - ٣ |
| درجـات حـرارة | | | |
| درجة حرارة فهرنيت ( °F ) | درجة مئوية (°C) | $t_c = (t_f - 32) 1.8$ | |
| فروق درجات حرارة | | | |
| درجة فهرنهيت ( °F ) | درجة مئوية (°C) | $\frac{١}{١,٨}$ | |
| عزم أو عزم إنحناء (يشمل الازدواج) | | | |
| رطل - قوة - بوصة (lbf.in) | نيوتن - متر (N.m) | ١,١٢٩٨٤٨ | هـ - ١ |
| سرعـة | | | |
| قدم لكل دقيقة (ft/min) | متر/ ثانية (m/s) | ٥,٠٨٠٠٠٠ | هـ - ٣ |
| قدم لكل دقيقة (ft- min) | متر/ دقيقة (m / min) | ٣,٠٤٨٠٠٠ | هـ - ١ |
| ميل لكل ساعة (mph) | كيلو متر / ساعة (km/hr) | ١,٦٠٩٣٩٤ | هـ + ٠ |
| لزوجه | | | |
| سنتيبواز | ملى باسكال - ثانية ( mPa.S) | ١,٠٠٠٠٠٠ | هـ + ٠ |
| حجم | | | |
| جالون (gal) | لتر (L) | ٣,٧٨٥٤١٢ | هـ ٠ ٠ |
| جالون (gal) | متر مكعب ($m^3$) | ٣,٧٨٥٤١٢ | هـ - ٣ |
| حجم / مساحة | | | |
| جالون / أيكر (gal/acre) | لتر/ هكتار (L/ha) | ٩,٣٥٣٩٥٨ | هـ + ٠ |

| التحويل من | إلى | إضراب في | |
|---|---|---|---|
| حجم / زمن | | | |
| جالون / دقيقة (gpm) | مليلتر / دقيقة (mL/min) | ٣,٧٨٥٤١٢ | هـ + ٣ |
| جالون / دقيقة (gpm) | لتر / دقيقة (L/min) | ٣,٧٨٥٤١٢ | هـ ٠٠ |
| جالون / ساعة (gal/h) | لتر / ساعة (L/hr) | ٣,٧٨٥٤١٢ | هـ ٠٠ |
| قدم مكعب لكل دقيقة (cfm) | متر مكعب / ثانية ($m^3/S$) | ٤,٧١٩٤٧٤ | هـ - ٤ |

## مراجع

1 - Modern metric SI measurement units and conversion. Engineering Research, International Harvester Co., Hinsdale, III. Revised, July, 1976.
2 - Standard for metric practice. ASTM Standard E 380-76. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pa. Revised, 1976.
3 - Use of customary and SI (metric) units. ASAE Engineering Practice EP 285.3. Agricultural Engineers Yearbook, 1977, PP. 226-232. ASAE, St. Joseph, Mich.



# كشاف تحليلي



# كشاف تحليلي
# مرتب أبجدياً بالحروف الانجليزية

## (A)

## (C)

(D)

(E)



(F)

(G)



(H)

## (I)



## (J)

## (L)



## (M)

(N)

## (O)



## (P)

**(R)**

(S)

(U)



(V)

# كشاف تحليلي
# مرتب ابجديا بالحروف العربية

(أ)

(ب)

(ت)

(ح)

## (خ)

(د)



(ذ)



(ر)

(ز)

## (س)

## (ش)

## (ص)

## (ض)



## (ط)

(ع)

## (غ)

## (ق)

## (ك)

## (م)

(ن)

(هـ)

## (و)

طبع بشركة العبيكان للطباعة والنشر ــ الهاتف : ٤٩٨٣٣٩٢ ــ الرياض

## هذا الكتاب

يزداد الاهتمام في الوطن العربي بالتنمية الزراعية باعتبارها الأسلوب الأمثل لتحقيق الأمن الغذائي ورفع معدلات النمو الاقتصادي والاجتماعي لقطاعات واسعة من المواطنين . ولذلك تقوم الحكومات العربية بوضع الخطط والبرامج وتستقطب في إطارها الإمكانات البشرية المؤهلة لتوظيف معطيات العلوم والتقانة الزراعية الحديثة في سبيل الوصول إلى الأهداف المنشودة .

والميكنة الزراعية ، كأحد مجالات تقانة الهندسة الزراعية ، تمثل أهم الركائز التي تعتمد عليها خطط التنمية الزراعية . فهي التي تستقطب القدر الأكبر من الاستثمارات المالية . وقد لاحظ المهتمون والمختصون في هذا المجال افتقار المكتبة العربية للمراجع العلمية المناسبة التي يمكن الاعتماد عليها ، وكان ذلك هو الدافع الرئيسي لتقديم هذا الكتاب لسد جزء من ذلك الفراغ .

وهذا الكتاب يعطي تغطية شاملة لكافة المعدات الحقلية التي تستخدم لإنجاز العمليات الزراعية المختلفة ، ولما تميز به من سرد مسهب لتصميم وتشغيل تلك المعدات وتحليل دقيق لأدائها . هذا بالإضافة إلى أن الكتاب قد اشتمل على عرضٍ وافٍ للخبرات العملية ونتائج البحوث ذات الصلة بالمعدات التي احتواها . . . وهو بذلك يصبح مصدراً هاماً للمعلومات ومرجعاً موثوقاً للبيانات العلمية .